



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DOCTORADO EN ANTROPOLOGÍA

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS/ INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
ANTROPLÓGICAS**

**“CULTURA, GENES Y AMBIENTE: EN LA APTITUD FÍSICA DE LOS RARÁMURI.
UN ESTUDIOS SOBRE FISIOLÓGÍA DEL ESFUERZO”**

TESIS

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTOR EN ANTROPOLOGÍA**

PRESENTA:

JAVIER RIVERA MORALES

TUTOR PRINCIPAL

**DR. LUIS ALBERTO VARGAS GUADARRAMA
IIA-UNAM**

COMITÉ TUTORAL

**DRA. JULIETA ARÉCHIGA VIRAMONTES
IIA-UNAM**

**DR. PATRICK PASQUET
CNRS FRANCIA**

CIUDAD DE MÉXICO, AGOSTO DE 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Este trabajo se lo quiero dedicar a mis dos amores,

esos dos seres que llenan mi vida.

Jeny Solange y Tamara Amaia

Con gratitud a mis Padres y seres queridos presentes y ausentes

Agradecimientos

Este trabajo solo fue posible gracias a la labor de diferentes actores que sin su apoyo este trabajo nunca se hubiera realizado, ello refiere principalmente a los participantes y todas las personas que tendieron su mano en la Sierra y desde la Ciudad de México, sobre quienes haré menciones puntuales en las siguientes líneas. Esperando no se me olvide nadie, y en caso de ser así no es porque su aportación haya sido menor o los hayamos omitido intencionalmente sino porque es un gran número de personas las que participaron y pusieron algo de su parte para apoyar esta investigación y en ocasiones la memoria falla temporalmente pero no causa el olvido pues en algún momento vienen a la mente, aunque no estén sus nombres explícitamente en estas páginas.

El protocolo generalmente exige que pongamos en primer lugar a las instituciones, pero he de puntualizar que el apoyo de cada uno es igualmente valioso, sobre todo el de las personas que por iniciativa y/o gusto, o simplemente humanidad apoyaron mi trabajo.

Agradecemos el apoyo que brindó el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada durante tres años y medio que me fue otorgada para realizar mis estudios de doctorado.

Así mismo queremos agradecer al Posgrado en Antropología de la UNAM por el apoyo para viáticos y transportación asignados al presente trabajo.

De este último quisiera agradecer el apoyo brindado al personal que labora en el especialmente Luz Tellez, también a Hilda, así como a quienes antes o después han dado seguimiento a las actividades de dicho espacio.

Agradezco al Laboratorio de genética de poblaciones aplicada a la salud del INMEGEN, que se encuentra a cargo del Dr. Samuel Canizales Quinteros por todo el apoyo y recursos destinados para la colecta y manejo de las muestras genéticas y bioquímicas, por ello también agradezco de manera directa y especialmente a Luis Macías y Hugo Villamín por su trabajo y apoyo en el procesamiento de las muestras, las charlas y su grata compañía, de Luis Macías también agradezco el apoyo en la conformación de algunas matrices de datos, igualmente a Blanca por su apoyo con los resultados bioquímicos y demás personal implicado.

Quiero agradecer al personal de los laboratorios Biodyst y Diagnomol sucursal Chihuahua por el apoyo prestado en la transportación y lo referente al traslado de las muestras desde la ciudad de Chihuahua a la Ciudad de México. Con ello al puente que permitió gran parte de este trabajo con su trabajo personal y por diversos medios, al QFB Rodrigo Barquera (Hippie).

También al laboratorio de Genética de la ENAH y al Dr. Víctor Acuña Alonso (Dr. Molusco) por el apoyo brindado, ello implica agradecer por su trabajo en campo para la colecta de datos o muestras a Mónica Ballesteros quien apoyó también con las cédulas, y a Gastón Macín.

Quiero agradecer al Dr. Luis Vargas Guadarrama por su guía y dirección, comentarios y revisiones a este trabajo y su apoyo y compañerismo a esta investigación.

También a la Dra. Julieta Aréchiga V. por ser parte de mi comité tutorial y por sus comentarios.

A alguien que ha sido un amigo, y una parte importante en este trabajo y en mi formación, el Dr. Patrick Pasquet, así mismo a su esposa la Dra. Soledad de Santiago, agradezco a ambos por su amistad.

Por sus comentarios y ayuda en algunos análisis, quiero agradecer al Dr. José Luis Castrejón quien siempre será un maestro apreciado.

Quiero agradecer al seminario de la Humanidad Compartida a cargo del Dr. Carlo Bonfiglioli por ser ese espacio de discusión y reflexión que me incentivo a repensar mi antropología, además de ser uno de los medios que trajo al país a muchos investigadores de todo el mundo para discutir sus postulados, posestructuralistas, ontologistas y perspectivistas según fuera el caso también agradezco a sus alumnos la Dra. Isabel Martínez y al Dr. Alejandro Fujigaki (Fuji) que enriquecieron mi experiencia con sus comentarios y a todos los compañeros del mismo espacio.

En la Sierra de Chihuahua especialmente en el Municipio de Guachochi quiero agradecer a las autoridades y personal de las clínicas de Salud, especialmente a los directivos y personal del laboratorio del IMSS, igualmente a los directivos y planta docente del CEB 7/1 y del CBTA 170 quienes dieron los lugares y condiciones para desarrollar esta investigación, a las buenas personas como Erbey Negrete y los prefectos Chava y Richard del Bachillerato y al Profe Fabián por su apoyo y colaboración.

Hay un personaje que ha sido clave en esta investigación y anteriormente desde mi trabajo de maestría, que ha sido un buen amigo y un trabajador incansable que ha dado mucho a la comunidad de Guachochi con su esfuerzo, trabajo y colaboración, impulsando la salud y los buenos hábitos por medio del deporte en la población joven, esta persona es el Profesor Pablo Palma quien ha sido una piedra angular en esta investigación y todo mi trabajo en el poblado de Guachochi, de quien siempre guardaré gratos recuerdos entre ellos las discadas en la Sinfrosa aparte de un profundo agradecimiento por las facilidades y su trabajo.

Esta investigación no tendría elementos empíricos ni un sustento sin la muestra que la compone y los participantes que dieron su tiempo y su esfuerzo para generar los datos que sustentan la presente investigación, ello implica agradecer a los alumnos del CBTA 170 que formaron parte de los equipos deportivos, de ellos agradeceré especialmente su disciplina y educación durante todo el trabajo. También quiero agradecer a los alumnos del CEB 7/1 por su participación. De ambas instituciones educativas agradeceré su amistad y colaboración que como personas me otorgaron varios de sus alumnos y varios profesores. A todos los

jóvenes de la muestra quiero dar las gracias y les deseo que logren todas las metas que con agrado desde el “face” veo que muchos siguen construyendo en la universidad.

Quiero agradecer también a la familia Vallejo García por su amistad y apoyo, Gracias especiales a Carlos, Matiana y sus hijos y nueras.

Gracias a Elva Moreno por su amistad y apoyo, y sus cenas tan ricas.

Mis amigos, Ermilo y Arturo García sus esposas e hijos, Lucio y Chava Palma, Carlos Vallejo Jr, Chano Andres y Hermilo García Carrillo nunca dejen el deporte que tantas satisfacciones les ha dejado y les dejará.

Quiero agradecer a la comunidad Marista de Norogachi por todo su apoyo y el alojamiento en la casa de Guachochi, gracias al hermano Carlos y a Lalo Brondo.

Hay una persona que ha sido la más importante, por su apoyo en todos los sentidos, incluso aportando económicamente para boletos de avión y muchos gastos que fueron necesarios, por su amor y su empeño quiero agradecer a mi esposa la Dra. Jeny Solange Sotuyo Vazquez.

También a mis compañeras de vida Cosette y Olivia por el amor sincero e incondicional que muy difícilmente y solo a ratos llegan a desarrollar los humanos.

CR, OS, 22, NS, HS

Contenido

I. Introducción	1
II. Generalidades	4
2.1. Los rarámuri ¿Cuáles rarámuri?	4
2.2. Un elemento importante y una discusión añeja: “El término rarámuri”	6
2.3. Generalidades geográficas y la Sierra Tarahumara	8
2.4. Formas de subsistencia entre los rarámuri	10
III. La resistencia entre los rarámuri	16
3.1. El origen del tema	16
3.2. La resistencia física vista desde otras ópticas	19
3.3. Aproximaciones y resultados desde la biología tradicional y la antropología biológica al tema de la resistencia física de los rarámuri	21
IV. Perspectiva teórica	27
4.1. El problema de la transdisciplina para la antropología biológica	27
4.2. El origen de la dualidad y su reproducción	29
4.3. El conflicto de la trascendencia, la dualidad, las disciplinas y la agencialidad	34
4.4. Una ontología de la multiplicidad	36
4.5. Una biología del organismo- persona y los sistemas de desarrollo	38

V. La resistencia física de los rarámuri visto desde la biología relacional	
en un sistema de desarrollo	42
5.1. Los recursos persistentes (el entorno)	43
5.2. Los recursos generados colectivamente (la sociedad, el trabajo, las personas y el equilibrio)	44
5.3. La naturaleza del trabajo entre los rarámuri	47
5.4. Trabajo y afinidad (recursos parentales y autogenerados)	50
5.5. Equilibrio, salud y estados de ánimo	55
5.6. Carreras y corredores	58
VI. Observaciones fisiológicas (los otros resultados)	61
6.1 Capacidad cardiorrespiratoria y sus relaciones con la salud	61
6.1.2. Técnicas y participantes	63
6.1.2.1. Participantes	63
6.1.2.2. Estimación del VO ₂ máx	64
6.1.2.3. Tensión arterial y frecuencia cardiaca en reposo	65
6.1.2.4. Maduración sexual	65
6.1.2.5. Antropometría e indicadores antropométricos	65
6.1.2.6. Asignación de la afinidad étnica o etnicidad	66
6.1.2.7. Actividad física	66
6.1.2.8. Análisis y estadísticos	66
6.1.3. Resultados	67
6.1.3.1. Descriptivos	67

6.1.3.2. Riesgo cardiovascular y metabólico a partir de la capacidad cardiorrespiratoria	71
6.1.3.3. Comparativo entre el contexto más urbanizado y el más rural	71
6.1.3.4. Riesgo de hipertensión en los adolescentes de la sierra	77
6.1.3.5. Indicadores de actividad física	79
6.1.3.6. Asociaciones y correlaciones	80
6.1.3.7. Regresión lineal, capacidad cardiorrespiratoria y adiposidad por grupos	81
6.1.3.8. Regresión lineal de la capacidad cardiorrespiratoria y adiposidad por grupos de acuerdo al grado de urbanización	83
6.1.4. Discusión de este apartado	87
6.2. Características físicas	90
6.2.1. Crecimiento, nutrición en adolescentes de la sierra tarahumara	90
6.2.2. Materiales y técnicas	91
6.2.2.1. La muestra	91
6.2.2.2. Antropometría	91
6.2.2.3. Manejo de los datos y su análisis	92
6.2.2.4 Manejo estadístico	94
6.2.3. Resultados	94
6.2.3.1. crecimiento por grupo de edad	94
6.2.3.1.1. Hombres de 15 a 16.9 años	95
6.2.3.1.2. Mujeres de 15 a 16.9 años	96
6.2.3.1.3. Hombres 17 años en adelante	98
6.2.3.1.4. Mujeres de 17 años en adelante	99

6.2.3.2. Estado de crecimiento y nutrición	100
6.2.3.2.1. Peso para la edad	101
6.2.3.2.2. Estatura para la edad	102
6.2.3.2.3. Estado de nutrición por medio del IMC	105
6.2.3.2.4. Estado de crecimiento y nutricional para cada población	108
6.2.3.2.5. Crecimiento y nutrición como población serrana (Mpio. Guachochi)	111
6.2.3.2.6. Indicadores de composición corporal	112
6.2.3.2.7. Adiposidad y obesidad	116
6.2.4. Discusión sobre el estado de crecimiento y nutrición	117
6.3. Tendencia secular en el crecimiento de los rarámuri	121
6.3.1. Cambios con el tiempo en el crecimiento en peso y estatura	121
6.3.2. Tendencias del crecimiento en varones	121
6.3.2.1. Peso	121
6.3.2.2. Estatura	122
6.3.3. Tendencias del crecimiento en mujeres	125
6.3.3.1. Peso	125
6.3.3.2. Estatura	125
6.3.4. Discusión sobre los cambios en crecimiento en estatura y peso en los rarámuri	128
6.4. Características bioquímicas en adolescentes serranos	132
6.4.1. Indicadores bioquímicos	132
6.4.2. Materiales y técnicas	132

6.4.2.1. La muestra	132
6.4.2.2. Indicadores fisiológicos y metabólicos	132
6.4.2.3. Puntos de corte y análisis de los valores	133
6.4.3. Resultados	133
6.4.3.1. Glucosa sanguínea	135
6.4.3.2. Creatinina	138
6.4.3.3. Ácido Úrico	142
6.4.3.4. Lípidos en sangre	144
6.4.3.4.1. Triglicéridos	144
6.4.3.4.2. Colesterol Total	147
6.4.3.4.3. Lipoproteínas de alta densidad HDL-C	150
6.4.3.4.4. Lipoproteínas de baja densidad (LDL-C)	153
6.4.3.4.5. Índice CT/HDL	154
6.4.4. Estado nutricional, indicadores antropométricos y bioquímicos	155
6.4.4.1. Varones mestizos	155
6.4.4.2. Varones rarámuri	158
6.4.4.3. Mujeres mestizas	159
6.4.4.4. Mujeres rarámuri	161
6.4.5. Discusión sobre los indicadores bioquímicos	163
6.5. Genética y rendimiento físico en las poblaciones serranas	166
6.5.1.1. Genética y desempeño	166
6.5.1.2. Enzima Convertidora de la Angiotensina	169

6.5.1.3. La α -actinina-3 (ACTN3)	171
6.5.2. Materiales y técnicas	177
6.5.2.1. La muestra	177
6.5.2.2. Reclutamiento	177
6.5.2.3. Toma de muestras	177
6.5.2.4. Antropometría	177
6.5.2.5. Evaluación de la aptitud física	178
6.5.2.6. Genotipificación	180
6.5.2.7. Manejo estadístico	181
6.5.3. Resultados	181
6.5.3.1. Características físicas de la muestra	181
6.5.3.2. Resultados de las pruebas de aptitud física	183
6.5.3.3. Asociaciones entre las características físicas y el desempeño físico	184
6.5.3.4. Frecuencias genéticas	189
6.5.3.5. Relación entre el genotipo de ACTN_3 y el desempeño físico	190
6.5.3.6. Características físicas y su relación con el genotipo de ACTN_3	193
6.5.3.7. Análisis con genotipos agrupados	196
6.5.3.8. Asociaciones y covariación	199
6.5.4. Discusión particular del apartado de genética y aptitud física	205
VII. Discusión general para la investigación global	208
VIII. Conclusiones	218

IX. Problemáticas establecidas para otras investigaciones	220
X. Literatura consultada y referencias	222
XI. Anexos	234

Índice de cuadros

Cuadro 1. Variables antropométricas y fisiológicas en los grupos	69
Cuadro 2. Comparativo de capacidad cardiorrespiratoria y otras variables según grado de urbanización	75
Cuadro 3. Patrón de tensión arterial en mestizos	77
Cuadro 4. Patrón de tensión arterial en rarámuri	78
Cuadro 5. Correlaciones del VO ₂ máx y otras variables	81
Cuadro 6. Indicadores de crecimiento en adolescentes masculinos 15- 16.99 años	95
Cuadro 7 Indicadores de crecimiento en adolescentes femeninos 15- 16.99 años	96
Cuadro 8. Indicadores de crecimiento en adolescentes masculinos de 17 años en adelante	98
Cuadro 9. Indicadores de crecimiento en adolescentes femeninos de 17 años en adelante	99
Cuadro 10. Indicadores de composición corporal para adolescentes masculinos 15- 16.99 años	113
Cuadro 11. Indicadores de composición corporal para adolescentes masculinos 17 años en adelante	114
Cuadro 12. Indicadores de composición corporal para adolescentes femeninos 15- 16.99 años	115
Cuadro 13. Indicadores de composición corporal para adolescentes femeninos 17 años en adelante	115
Cuadro 14. Datos históricos comparativos para hombres rarámuri	123
Cuadro 15. Datos históricos comparativos para mujeres rarámuri	126
Cuadro 16. Indicadores bioquímicos en varones, comparativo rarámuri y mestizos	134
Cuadro 17. Indicadores bioquímicos en mujeres, comparativo rarámuri y mestizos	134

Cuadro 18. Comparativo entre sexos para elementos bioquímicos en mestizos	135
Cuadro 19. Comparativo entre sexos para elementos bioquímicos en rarámuri	135
Cuadro 20. Indicadores bioquímicos por condición nutricia en varones mestizos	156
Cuadro 21. Indicadores bioquímicos por condición nutricia en varones rarámuri	158
Cuadro 22. Indicadores bioquímicos por condición nutricia en mujeres mestizas	160
Cuadro 23. Indicadores bioquímicos por condición nutricia en mujeres rarámuri	161
Cuadro 24. Características físicas y fisiológicas por etnicidad y sexo	182
Cuadro 25. Pruebas físicas de la muestra	184
Cuadro 26. Frecuencias Genéticas por población y prueba de la Chi cuadrada para verificar equilibrio de Hardy-Weinberg	190
Cuadro 27. Medias por genotipo y asociaciones con el desempeño físico en hombres	191
Cuadro 28. Medias por genotipo y asociaciones en el desempeño físico en mujeres	192
Cuadro 29. Medias por genotipo y asociaciones con variables antropométricas en hombres	194
Cuadro 30. Medias por genotipo y asociaciones con variables antropométricas en mujeres	195
Cuadro 31. Comparación de medias en hombres para desempeño y composición corporal	197
Cuadro 32. Comparación de medias en mujeres para desempeño y composición corporal	198

Índice de Figuras

Figura 1. Comparativo del VO_2 máx en valores del puntaje Z para mestizos y rarámuri	70
Figura 2. Comparativo de riesgo cardiovascular basado en FITNESSGRAM (EU)	71
Figura 3. Comparativo de capacidad cardiorrespiratoria en valores del puntaje “z” por grado de urbanización	75
Figura 4. Comparativo del estatus de la capacidad cardiorrespiratoria de acuerdo a los valores de FITNESSGRAM según grado de urbanización	76

Figura 5. Proporciones de casos hipertensivos y pre-hipertensivos en “Mestizos” por grado de urbanización	77
Figura 6. Proporciones de casos hipertensivos y pre-hipertensivos en rarámuri por grado de urbanización	78
Figura 7. Gasto energético derivado de la actividad física en poblaciones rarámuri y mestizas de acuerdo al grado de urbanización	79
Figura 8 Modelo de regresión lineal simple entre porcentaje de grasa y capacidad cardiorrespiratoria en varones mestizos	82
Figura 9 Modelo de regresión lineal simple entre porcentaje de grasa y capacidad cardiorrespiratoria en varones rarámuri	83
Figura 10. Modelo de regresión lineal simple entre porcentaje de grasa y capacidad cardiorrespiratoria en varones mestizos en un entorno urbanizado	84
Figura 11. Modelo de regresión lineal simple entre porcentaje de grasa y capacidad cardiorrespiratoria en varones rarámuri en un entorno urbanizado	86
Figura 12. Modelo de regresión lineal simple entre porcentaje de grasa y capacidad cardiorrespiratoria en varones rarámuri en un entorno más rural	86
Figura 13. Peso para la edad en varones mestizo y rarámuri, referencias NHANES 82-84	101
Figura 14. Peso para la edad en mujeres mestizo y rarámuri, referencias NHANES 82-84	102
Figura 15. Estatura para la edad en varones mestizo y rarámuri, referencias NHANES 82-84	103
Figura 16. Estatura para la edad en varones mestizo y rarámuri, referencias OMS 2007	103
Figura 17. Estatura para la edad en mujeres mestizo y rarámuri, referencias NHANES 82-84	104
Figura 18. Estatura para la edad en mujeres mestizo y rarámuri, referencias OMS 2007	105
Figura 19. Estados nutricionales con las referencias de las NHANES 82-84 en hombres mestizos y rarámuri	106
Figura 20. Estados nutricionales con las referencias de la OMS 2007 en hombres mestizos y rarámuri	106
Figura 21. Estados nutricionales con las referencias de las NHANES 82-84 en mujeres mestizos y rarámuri	107
Figura 22. Estados nutricionales con las referencias de la OMS2007 en mujeres mestizos y rarámuri	108
Figura 23. Estado de crecimiento en estatura, referencias de la OMS2007, mestizos y rarámuri	109
Figura 24. Estados nutricionales con las referencias de la OMS2007 en mujeres mestizos y rarámuri	110

Figura 25. Estatura para la edad en la población serrana (Guahochi) acorde a las referencias de la OMS 2007	111
Figura 26. Proporción de casos de acuerdo al estado de nutrición a partir del IMC para la edad en la población serrana estudiada con base en las referencias de la OMS 2007	112
Figura 27. Adiposidad en hombres	116
Figura 28. Adiposidad en mujeres	117
Figura 29. Tendencias en peso en hombres rarámuri	124
Figura 30. Tendencias en la estatura en hombres rarámuri	124
Figura 31. Tendencias en peso en mujeres rarámuri	126
Figura 32. Tendencias en la estatura en mujeres rarámuri	127
Figura 33. Comparativo de porcentajes por sexo y etnicidad para el estatus de la glucosa en sangre	136
Figura 34. Comparativo de porcentajes por sexo y etnicidad para el estatus de triglicéridos	145
Figura 35. Comparativo de porcentajes por sexo y etnicidad para el estatus del colesterol total	148
Figura 36. Comparativo de porcentajes por sexo y etnicidad para el estatus de las LDL-C	153
Figura 37. Frecuencias por población para los polimorfismos R577X del gen ACTN_3	190
Figura 38. Promedios de las centilas en la prueba de dinamometría manual y el peso magro de acuerdo a los polimorfismos R577X del gen ACTN-3 en hombres	200
Figura 39. Promedios de las centilas en la prueba de abdominales y la diferencia entre los perímetros del brazo contraído y relajado de acuerdo a los polimorfismos R577X del gen ACTN-3 en hombres	201
Figura 40. Promedios de las centilas en la prueba de dinamometría y el peso magro de acuerdo a los polimorfismos R577X del gen ACTN-3 en la muestra de sexos combinados	202
Figura 41. Promedios de las centilas en la prueba de abdominales y la diferencia entre los perímetros del brazo contraído y relajado de acuerdo a los polimorfismos R577X del gen ACTN_3 en ambos sexos	203
Figura 42. Promedios de la velocidad en el test de Cooper y el porcentaje de grasa de acuerdo a los polimorfismos R577X del gen ACTN_3 en ambos sexos	204

Índice de imágenes

Imagen 1. Hombres rarámuri de Naweachi, donde se observa cierta variación en la vestimenta dentro de una misma ranchería, y el huarache de tres agujeros es un elemento constante	4
Imagen 2. Lecho de un río en la “alta tarahumara” en las inmediaciones de Norogachi, vestimenta de hombres de Naweachi, y niños rarámuri de la baja Tarahumara	9
Imagen 3. Labranza de la tierra para el cultivo de maíz, desgranado de maíz, y molienda del maíz en el metate para el <i>teswino</i>	12
Imagen 4. Caminatas al albergue y los internados	20
Imagen 5. Ranchería de Naweachi, y pastoreo de chivas en Tucheachi	44
Imagen 6. Mujer y niños transitando, y hombres trabajando haciendo una trinchera	46
Imagen 7. Baile de “matachines” y “pintos” en Norogachi	49
Imagen 8. Hombres bebiendo <i>teswino</i> en Norogachi y mujeres platicando y bebiendo	54
Imagen 9. Prueba del banco de Margaria para determinar el VO_2 máx	64
Imagen 10. Mediciones antropométricas y de tensión arterial	66
Imagen 11. Toma de datos antropométricos y colecta de muestras de sangre	178
Imagen 12. Pruebas de aptitud física,	179
Imagen 13. Discriminación alélica para los polimorfismos R577X de ACTN_3	180

Índice de anexos

Carta de invitación al proyecto para los participantes	234
Carta de consentimiento informado	236
Cuestionario de actividad física, alimentación, percepción corporal y genealogía	237

I. Introducción

Desde finales del siglo XIX y principios del siglo XX, los relatos y crónicas de los visitantes de la Sierra Tarahumara generaron un gran interés por la resistencia física de los rarámuri. Desde entonces algunos de los resultados de las evaluaciones hechas desde mediados del siglo XX (Balke y Snow, 1965; Aghemo, 1971; Groom, 1971) han presentado una idea general sobre la condición física de estas poblaciones, pero a la fecha poco se sabe de los mecanismos que producen tal condición física y en qué contexto se genera.

En el caso rarámuri, la resistencia parece ser un concepto mucho más complejo que la sola condición física, pues es una expresión de su manera de estar en el mundo, además de que en ella se articulan las construcciones que han desarrollado las sociedades occidentales de dichos grupos enraizados en la dicotomía salvaje/civilizado, sosteniendo que su condición de ser más primitivos es la razón de su resistencia (Sariego-Rodríguez, 2000), pero en este trabajo proponemos que la manera más adecuada de entender dicho fenómeno depende de las relaciones que como *organismo-persona* han establecido los rarámuri con su ambiente, y que se entablan desde una ontología propia, no más, ni menos elaborada, sino simplemente distinta.

De manera paralela algunos autores han planteado o supuesto una serie de rasgos donde las pautas culturales y sociales de este grupo pueden ser interpretadas como una forma de resistencia cultural (Sariego-Rodríguez, 2000). En estos términos el concepto de resistencia ha sido un elemento clave para pensar a las sociedades rarámuri desde occidente.

Este trabajo propone una aproximación desde la antropología que aborda desde una perspectiva distinta, quizás más global y holística el fenómeno de la resistencia física de las poblaciones rarámuri. Partimos de un enfoque transdisciplinario que se soporta sobre la teoría de sistemas de desarrollo y contempla al *organismo-persona* como unidad de estudio, esto con el fin de sortear las barreras epistemológicas generadas por la frontera impuesta por la dicotomía naturaleza/cultura, que se expresa en las ciencias, y separa biología y humanidades, e incluso al interior de la antropología, donde es separada la antropología física de la social. Dicha frontera se materializa en la construcción y en el manejo de los fenómenos humanos, donde las problemáticas sociales y culturales se ponen de un lado, mientras que las

cuestiones de orden biológico se ponen en el otro. En esta investigación, ambas partes se ponen sobre la mesa y buscamos su articulación.

Nosotros planteamos que fenómenos como la resistencia física de los rarámuri solamente se puede explicar otorgando la coherencia en términos de complejidad que siempre han tenido todos los fenómenos humanos, esto es, evitar separar y compartimentar los fenómenos y sus explicaciones y ser tratados en su naturaleza híbrida como define Latour (2007), a la que incorporamos la propuesta de manejar el *organismo-persona* como una entidad de análisis que supone tal condición.

Partiendo desde la biología y la perspectiva de la antropología biológica, intentaremos evaluar algunos recursos de información como es el caso de un PEP (Performance Enhancing Polymorphism) y sus efectos en las poblaciones serranas (rarámuri y mestizas) pero a la vez intentaremos explorar algunos elementos ligados al desarrollo de la resistencia en relación al entorno, la migración y los cambios observados en el siglo pasado.

Para entender el plano de relaciones, y los niveles de integración de los diferentes recursos que integran el sistema de desarrollo de estas poblaciones, necesariamente tenemos que contemplar la perspectiva y las formas donde surge la ontología rarámuri, de la que deviene el proceso evolutivo en que se transforman los rarámuri y su ambiente y en donde uno de los productos que se pueden observar es la resistencia física.

Como lo dice el título de este trabajo, queremos explorar el posible papel que jugaría un polimorfismo genético sobre el desempeño físico en estas poblaciones, vinculándolo con la resistencia física, por ello se exploran las frecuencias de dicho gen en las poblaciones rarámuri y mestiza del poblado de Guachochi, y se evalúa su actividad contrastándose con una serie de pruebas físicas. También exploramos el papel del ambiente, pero partimos de una postura un tanto distinta a las planteadas por autores como Acuña (2009,2010) retomando planteamientos como los de Ingold (2004,1990) y Griffiths y Gray (1994) desde la teoría de los sistemas de desarrollo, donde el ambiente no es la única fuente de transformación, ni algo dado, sino que se construye desde una posición propia y por medio de la acción, evolucionando en conjunto con los organismos. Dando cabida a los efectos de lo social y lo cultural en esta discusión.

A la par, como una actividad necesaria para este trabajo intentamos hacer un ejercicio de simbolización diferencial (Wagner, 2010), que permita hacer visible la obviación de un universo fragmentado y compartimentado sobre el que se establece la diferencia entre biología/antropología y antropología social y antropología biológica. De igual manera se replantea el marco de la antropología y más concretamente el de la antropología física para reestructurar algunas convenciones establecidas desde la teoría Neo-darwinista y la antropología para analizar este fenómeno desde una perspectiva diferente.

Siguiendo a Ingold (1990) buscamos replantear una aproximación que proponga un marco de integración conceptual para la biología y la antropología, desde una disciplina integral que logre mirar desde otro sitio la resistencia física de los rarámuri. Materializando propuestas como la de Agustín Fuentes (2010) que enmarcan en “la nueva antropología biológica”.

En este contexto, es donde el presente trabajo intenta establecer una postura abiertamente no moderna desde propuestas como la antropología simétrica de Bruno Latour (2007).

Y si bien, se logran ubicar elementos en los campos antes sostenidos de lo social y lo natural, ello tiene el fin de tratar integrarlos en un planteamiento de una biología humana menos naturalista con las implicaciones sociopolíticas que ello conlleva.



II. Generalidades

2.1. Los rarámuri ¿Cuáles rarámuri?

Antes de entrar en el tema del trabajo es preciso referir algunas características generales del grupo, así mismo acotar a que subgrupo de estas poblaciones nos estamos avocando, pues en la Sierra Tarahumara existen diferentes regiones, en ellas se observan variantes culturales, junto con algunas de la vestimenta y lingüísticas (Valiñas, 2002.) Por ello es preciso definir la región y la comunidad concreta a la que nos estamos refiriendo, pues sería un equívoco hablar de los rarámuri cuando nuestras referencias etnográficas primarias y secundarias, así como nuestras experiencias de campo y demás datos solo conciernen a una parte de ellos, y por lo tanto son incapaces de representar a todo el grupo.

En este trabajo vamos a referirnos en términos etnográficos a los rarámuri del poblado de Norogachi municipio de Guachochi y las rancherías de sus alrededores. Mientras que las muestras genéticas y de características físicas representan a la población de Guachochi y algunas poblaciones cercanas a ella. Por lo tanto, esta investigación se circunscribe al Municipio de Guachochi y concretamente a los poblados de Guachochi y Norogachi.



Imagen 1. Hombres rarámuri de Naweachi, donde se observa cierta variación en la vestimenta dentro de una misma ranchería, y el huarache de tres agujeros es un elemento constante.

En términos de agrupación y clasificación normalmente los rarámuri junto con los guarijios, pimas, tepehuanos, y de manera muy próxima con los pápagos, mayos, ópatas, yaquis, coras y huicholes son incluidos en el grupo sonoreense hablando en términos etnográficos. Lingüísticamente pertenecen a la rama tarachita y se insertan en el tronco uto-azteca (Pintado, 2008), que establece influencias culturales de los grupos shoshoneanos de las praderas norteamericanas y los grupos nahuatlanos de la antigua Mesoamérica (Krickeberg, 1974 citado en Rodríguez-López, 1999). Algunos autores como Valiñas (2002) plantean que la región denominada como sierra Tarahumara integra ciertas variantes lingüísticas que permiten agrupar las poblaciones rarámuri en cinco diferentes regiones lingüísticas, igualmente en muchos casos es posible observar variaciones en la vestimenta como por ejemplo la forma de usar la *tagóra*, y algunas prácticas rituales o danzas que permiten ver variación pero no diferencias que nos obliguen a separar las poblaciones, pero como dijimos antes tampoco permiten extender generalizaciones ni pensar a las poblaciones rarámuri como un grupo homogéneo (Martínez, 2012).

Otro elemento que genera diferencias clasificatorias, es la división que separa a los rarámuri entre el rarámuri *cimarrón* o gentiles y el rarámuri bautizado o *pagótuame*, Kennedy (1963) quien plantea que aparte de la mayor diferencia que es la cercanía de los últimos con la religión católica, es muy notable entre los cimarrones la ausencia del baile de *matachines*, además de que la ceremonialidad y calendarización ritual es más occidentalizada o cristianizada en los bautizados, por nombrar algunas diferencias.

Los rarámuri *pagótuame* (bautizados) suelen asistir regularmente a la iglesia católica donde se celebra la misa, pero donde al final se realiza el *nawésari* o sermón tradicional que hace el *siríame* o autoridad tradicional, dicha autoridad al igual que sus ayudantes como los *mayora* y *capitani* son elegidos por consenso cada tres años, generalmente la elección se realiza en las fiestas de semana santa cuando se reúne el mayor número de personas y se discuten otros temas importantes. Las formas de elección y gobierno presentan procesos de actualización donde se incorporan cambios que se expresan en hechos como la elección de mujeres que fungen como *siríame*.

Otros de los rasgos que distinguen a los rarámuri bautizados y cimarrones, que en parte se explica por la distancia con el entorno occidental, mexicano, mestizo o *chabochi*, es que el

rarámuri cimarrón recurre básicamente a la medicina tradicional a cargo de los *owiruame* o sanadores, mientras que en el caso de los rarámuri bautizados o cristianizados se pueden recurrir tanto a la medicina tradicional como en última instancia a la medicina alópata occidental. En estas dinámicas se pueden articular fenómenos variados, pero las políticas públicas y sistemas asistencialistas del gobierno mexicano han tenido influencias importantes en el uso y acceso a la atención en clínicas médicas por éste y otros grupos indígenas.

2.2. Un elemento importante y una discusión añeja: “El término rarámuri”

La palabra con la que estas personas se adscriben al grupo es *rarámuri* o *ralámuli*. Y ello ha sido un punto constante de discusión al igual que el término tarahumara, que es el término con el que los conocemos normalmente en las sociedades occidentales. El etnónimo es un elemento central en la construcción de este tema de investigación, pues es muy común encontrarse que la principal interpretación o asociación de tarahumara se considera como la castellanización del término rarámuri en tanto los conquistadores serían incapaces de pronunciar correctamente los términos *rarámuri*, *ralamuli* o *ralomali*. El término rarámuri ha sido interpretado desde autores como Lumholtz como “corredores a pie”. En este respecto Pintado (2008), de quien retomamos este recorrido dice que según los siguientes autores se presentan diferentes explicaciones sobre el término tarahumara.

Se atribuye su primer empleo a Tomás de Guadalaxara (en 1628) refiriendo los términos *taraugames* y *taramarí*, posteriormente Johannes Maria Ratkay (en 1683) planteó que el nombre de tarahumara viene de la palabra *Tara* que significa comprar, y por consiguiente tarahumara significa “*la nación que quiere comprar*”. A este planteamiento le sigue el de Matthäus Steffel (en 1791) quien propone que el término proviene de la palabra *talahipoa* que vendría de *ralajipa* o *rarajipa* que quiere decir “*correr con la bola*” (Hinton, 1959) que es el más afamado deporte local (*rarajipari* o *carrea de bola*). Desde ese punto se empieza a plantear que la raíz de la palabra rarámuri es *rala* (*rará*) o *tala* que significa pie, por ello Lumholtz propondría que el término rarámuri significa “*corredor a pie*”. En el diccionario de Lionnet (1972) se plantea que tarahumara es la castellanización de la palabra *rarámuri*. Otros

autores como Pennington (1970) y Velasco (2006) retoman y reproducen esta etimología por lo que en general muchas personas aceptan que rarámuri es “*pie corredor*” o “*pies ligeros*”.

Hasta aquí el origen de la palabra se puede vincular con las diversas interpretaciones, y todas serían correctas si tomamos en cuenta que en el diccionario de Hinton (ídem) *rará* puede significar igualmente comprar y pie o en una palabra compuesta referiría a correr con la bola como es el caso de *rarajipa*. Lo que también parece quedar claro es que tarahumara es un término occidental ligado al castellano. Lo más aceptado es que sea la castellanización del gentilicio o etnónimo *rarámuri* o *ralamuli* (según la región).

Pero lo que resulta importante para nosotros es el significado local o que tienen de él los rarámuri y qué consecuencias tiene. Si bien prácticamente este rastreo lo hemos retomado de Pintado (2008), con pocas anotaciones nuestras, al igual que esta investigadora nosotros creemos que la propuesta más aceptable es la de Valiñas (Pintado 2008 Pág. 35.) donde se define que el significado de rarámuri es *gente*. A este respecto podemos retomar lo que los informantes nos han dicho, pues cuando preguntamos sobre que significa el término rarámuri, ellos nos dijeron que significa *gente*, que rarámuri se refiere a quien habla la lengua y vive como tal, (a diferencia del *chabochi*), y que el término tarahumara o *tarahumar* es lo mismo, pero se usan indistintamente cuando se habla en “*castilla*” (castellano) para referirse al rarámuri.

Puede resultar difícil rastrear el origen del término y sus usos en otros contextos y tiempos, aunque puede formar parte de los procesos de integración de múltiples etnias o grupos tarahumaranos como los menciona Valiñas (2002), pero en la práctica el significado más importante es el de la lengua viva presente en sus hablantes que son aquellos que la usan, y articulan su uso en sus campos semánticos, en cuyo caso los autores citados y los informantes coinciden en el significado que hemos planteado (*gente*).

La situación que es relevante para nosotros es que el uso del término o la palabra rarámuri, articulándose en la red de relaciones interétnicas se vincula y se ha utilizado frecuentemente para poner énfasis en la resistencia física de estas poblaciones, así la resistencia física como un elemento central puede ser pensado también como un “actante”¹ pues constantemente se

¹ Término con que Latour define a un agente que influye en las relaciones entre otros términos, en nuestro caso es importante para pensar las relaciones rarámuri extranjero o *chabochi*.

remite al término “pies ligeros”, pues ante los ojos del visitante parece lo más natural asumir que los rarámuri son buenos corredores y están dotados de una capacidad física extrema e inherente a su condición de indígena o salvaje. Esta asociación entre salvaje e indígena es algo que históricamente han hecho los viajeros europeos en sus encuentros con los otros grupos y en este caso mucho tiene que ver con el desplazamiento que se hace de los términos caminar-andar y viajar como plantea Ingold (2004), un desplazamiento al que prácticamente todo viajero occidental no es ajeno y que ha tomado un auge en este mundo globalizado, donde viajar y caminar ya no son sinónimos y que desde la montura hasta el tren bala han transformado la noción del viaje terrestre. Con ello se ha transformado la ontología del moverse en la tierra, lo que resulta en asombro y extrañeza ante las largas caminatas que realizan otras personas en otros grupos y que sobresalen entre otras actividades cotidianas que realiza “el otro” como en el caso de los rarámuri, y naturalmente se encuentra mayor asombro con la práctica deportiva de la carrera de bola, al igual que el danzar, el no dormir, el tomar *batari*, y el no desaparecer o sucumbir ante el mundo occidental.

La resistencia física como una condición particular en los rarámuri, es fruto del proceso de invención que hacen los occidentales sobre los rarámuri en un pensar al otro y pensarse a sí mismos, y como dice Wagner (1975) es fruto de la dialéctica del encuentro.

2.3. Generalidades geográficas y la Sierra Tarahumara

Actualmente los rarámuri se asientan principalmente en la zona serrana en el suroeste del Estado de Chihuahua, región que obtiene su nombre del vocablo con que los conquistadores denominaron a este grupo (tarahumara) por ello la se le conoce como la *Sierra Tarahumara*. Aunque en este lugar y sus estribaciones también habitan otros grupos indígenas con poblaciones importantes en el estado de Chihuahua, tal es el caso de los *warijó* (guarijíos), los *odamé* (tepehuanes) y los o’oba (pimas). Aunque en un pasado también lo hubiesen habitado otros grupos hoy ausentes como los tubares, guazapares y chinipas entre otros (Valiñas, 2002). La Sierra Tarahumara está compuesta por montañas valles, cañones y mesetas que oscilan entre los 3000 y los 300 m.s.n.m. cubriendo un espacio de 60,000 km². De manera tradicional la región se puede subdividir geográficamente en dos regiones principales, la *alta* y la *baja* Tarahumara.

El primer entorno geográfico (“sierra” o “alta Tarahumara”) se refiere a las partes altas que están compuestas por montañas, valles y mesetas principalmente, el clima es frío durante una buena parte del año, con grandes descensos en las temperaturas durante las noches y madrugadas (desde el mes de septiembre al mes de abril). Durante el invierno (aunque incluso algunas semanas de otoño y de la primavera sin llegar a los extremos) las temperaturas pueden ser muy bajas, en meses como enero las temperaturas pueden bajar hasta los -20° bajo cero en algunas partes. Durante los meses del verano, especialmente en julio se presentan las temperaturas más elevadas del año, las temperaturas pueden alcanzar temperaturas por encima de los 30° C siendo ésta la época más cálida del año.



Imagen 2. Lecho de un río en la “alta tarahumara” en las inmediaciones de Norogachi, vestimenta de hombres de Naweachi, y niños rarámuri de la baja Tarahumara donde se observa un uso diferente de la *tagóra* respecto a los rarámuri de la alta Tarahumara (fotografía de Guillermina Vázquez)

El otro entorno geográfico denominado como *la barranca* o “baja tarahumara” está conformado por las barrancas y tierras bajas de la región, estas regiones tienen un clima que es templado y húmedo, y presenta temperaturas cálidas en casi todo el año, y sus temperaturas son propicias para el cultivo incluso de especies de climas cálidos como los son los cítricos y caña de azúcar (Acuña, 2007).

2.4. Formas de subsistencia entre los rarámuri

En la actualidad los rarámuri de las regiones que estudiamos subsisten a partir la agricultura de temporal de maíz, frijol, y calabazas, articulada con pastoreo de chivas y otras especies (más como una fuente de abono que como recurso cárnico), aunque también recolectan frutos y semillas silvestres, al igual que muchas plantas en la temporada de lluvia, principalmente quelites para alimentarse y algunas otras que se usan como medicamentos, igualmente algunas variedades de hongos son recolectados al inicio de las lluvias. Se practica la pesca en los arroyos y remansos cercanos y la cacería menor de algunas especies pequeñas como ardillas y pavos silvestres, y muy ocasionalmente algunos de ellos realizan la cacería de venados, que en algún tiempo habría sido una de las hazañas más llamativas que se encuentra en los relatos sobre este grupo humano, ya que se hacía corriendo tras el animal hasta agotarlo y finalmente matarlo con un cuchillo (Lumholtz, 1902) aunque ahora se utilizan otros recursos como rifles. Actualmente también se han incluido algunos otros animales al pastoreo, como las ovejas y las vacas, mientras que casi en todos los hogares hay pollos y algún guajolote o pavo en sus patios, algunos de ellos crían conejos y/o puercos en algún corral. Como una práctica más o menos común, en algunos periodos del año por temporadas y algunos de manera fija se emplean en diferentes actividades económicas dentro de los poblados con los “mestizos o *“chabochi”* que representa otro medio para hacerse de recursos económicos para la subsistencia.

Su sistema de alimentación tiene como “alimento básico” o primario, el maíz (de acuerdo con la clasificación de Garine y Vargas, 1997), con el que se elaboran diversos platillos y bebidas, aunque uno de sus procesamientos preferidos por lo práctico de su uso es el pinole o *kobishi* (maíz tostado y molido), que se lleva siempre consigo en los viajes pues es ligero y solo basta conseguir un poco de agua para mezclarlos y preparar una bebida refrescante y

que quita el hambre, a la vez que es el alimento que por las cualidades antes descritas se ofrece al visitante para refrescarse del viaje. La otra manera en que se consume el maíz prácticamente todos los días es en tortillas o *remekes* que junto con un plato de frijoles pueden ser una muy rica comida tomando en cuenta que las tortillas que las mujeres rarámuri hacen son grandes y gruesas. El maíz también se consume en algunos platillos como los frijoles mezclados con maíz y en una preparación de la masa envuelta en las hojas verdes de la planta del maíz, que luego son asados en las brasas y son llamados *matuchis* también en los meses de agosto y septiembre se pueden consumir los elotes tiernos asados.

Aparte de los múltiples platillos que se preparan a base de maíz, este grano también se consume en diferentes bebidas, como el “*esquiate*” y el atole, pero una de las maneras que siempre está presente en el contexto de trabajo colectivo; ritual o de la tierra es en forma de *batari* o *teswino*, que es una cerveza de maíz que se elabora para compartirse en esas situaciones, donde favorece la plática y la convivencia que dada la dispersión de las rancherías y las casas, las reuniones de trabajo son el espacio propicio para socializar como enfatizaremos más adelante en este trabajo, además de sus efectos embriagantes el *teswino* tiene características nutricionales importantes sobre todo por su contenido proteico y de vitamina B12, que al ser incluido junto con los datos obtenidos por Cerqueira y colaboradores (1979) claramente la dieta tarahumara cubriría los requerimientos propuestos por la OMS, situación que habla de la calidad de la dieta no necesariamente de la cantidad, que en muchos casos no llega a ser la suficiente.



Imagen 3. Labranza de la tierra para el cultivo de maíz (Muracharachi), desgranado de maíz, y molienda del maíz (germinado) en el metate para el *teswino* (esta última es fotografía de Lorena Bustillos),

Uno de los alimentos secundarios es el frijol o *muni* que se consume prácticamente todos los días, usándose algunas variedades de *Phaseolus vulgaris* y *Phaseolus coccineus*, se consumen frecuentemente cocidos en agua y se les pueden adicionar algunas plantas y carnes que juegan un papel de alimentos periféricos y de temporada. Las calabazas y chilacayotes también se consumen en temporada, por los meses de septiembre y octubre, y secos durante el invierno.

Con las primeras lluvias en junio se incluyen algunas variedades de hongos, y ya llegadas las lluvias se consumen los diversos quelites entre los que destacan los *mekuásares*². En la actualidad a partir del contacto y la incorporación de tiendas de la “CONASUPO” se han

² Para mayor información consultar Bye, 1981.

integrado algunos alimentos industrializados y otros tantos ligados a los hábitos de los “mestizos” como lo son las tortillas de harina, las sopas de pasta, arroz y las sardinas enlatadas junto con las bebidas azucaradas como los refrescos o sodas y algunas bebidas base de jugo y azúcares.

Por lo que respecta a su forma de subsistencia, se pueden observar algunos cambios con el tiempo. Desde los primeros contactos hasta hoy en día en muchos asentamientos o rancherías se observa la presencia de seminómadismo o trashumancia, este estilo de vida, en el caso tarahumara implica el tener al menos dos lugares de habitación durante el año, pero en muchas ocasiones pueden ser más. Dadas las condiciones climáticas de la sierra, muchas personas cultivan y habitan en las tierras altas durante los meses del verano que son los más cálidos, mientras que en los meses fríos habitan en las barrancas que son más cálidas y templadas, para ello se mudan en cada época del año moviendo a sus familias y a sus rebaños, o solo una parte de ambos. Esta situación les permite tener más de una cosecha al año y refugiarse del frío entre otras ventajas. Otra fuente de movilidad es la posesión y tipo de herencia de las tierras, donde padres y madres legan sus tierras a sus hijos e hijas, al casarse los derechos de las mismas se mantienen de manera separada teniendo la mujer las tierras que heredó de sus padres y el hombre aquellas que heredo de los suyos, esto hace que en algunos periodos que no necesariamente estén ligados a los cambios estacionales las familias se muevan o cambien temporalmente su lugar de residencia para trabajar las tierras del varón y las tierras de la mujer. Cabe mencionar que trabajar sus tierras, es una actividad muy importante para la adscripción y permanencia para ser rarámuri como veremos más adelante cuando toquemos el tema del trabajo y sus formas.

Volviendo a la subsistencia y sus cambios en el tiempo, los datos propuestos por Bennet y Zingg (1935) plantean que los habitantes de la sierra como los rarámuri y otros grupos, muchos de ellos ya desaparecidos como los tubares y guazapares que pudieron ser asimilados por los rarámuri o tarahumaras, eran grupos que en gran medida cazaban y recolectaban sus alimentos, pero ya practicaban la agricultura a pequeña escala. Ales Hrdlička (1908) a principios del siglo XX hizo notar que, a diferencia de otros grupos la agricultura no parecía una actividad tan importante entre los tarahumaras. Esto se puede explicar en alguna medida por las condiciones geográficas de la región, dada la riqueza y variedad de recursos que

ofrecieron los bosques aunada a la reducida disponibilidad de tierras cultivables que se encuentran dispersas en los valles cerca de los ríos y arroyos, mientras que por otra parte los suelos suelen ser arenosos y pobres.

Estas condiciones en gran medida apoyan el planteamiento que se asocia con el “complejo maíz-ganado” propuesto por Bennet y Zingg, (1935) donde se le califica como una estrategia para explotar el entorno serrano consistente en usar el ganado como una fuente de fertilizante y no mayoritariamente para el consumo de su carne. Para ello los rarámuri mueven en sus tierras de labranza los corrales donde pasan las noches sus chivas y otros animales permitiendo así que se deposite el estiércol en sus tierras. Esto permitiría sostener el cultivo del maíz y optimizar su producción. Aparte es sabido que el rarámuri tiene gran aprecio por sus chivas, y se llega a usar su leche para hacer queso en ocasiones, pero las chivas solamente suelen ser sacrificadas para una ceremonia o “*yumare*” porque estos animales han sido dados por Dios (*Onorúame*), y no se mata el animal solo para comer su carne, y el sacrificio del animal se hace para pedir o agradecer buenas cosechas y salud entre otras cosas. Generalmente la chiva que se sacrifica es prestada por el *norawa*³ a quien recíprocamente en otra ocasión se le devolverá el favor. Hoy en día aparte del abono animal, se han incorporado fertilizantes industriales para el cultivo del maíz, y otros granos.

Actualmente muchos rarámuri habitan en sus ranchos, aunque también tienen casas en los pueblos, “pueblos misión” como pueden ser conocidos pues fueron fundados por los misioneros en un intento por agrupar y centralizar las poblaciones rarámuri (Sariego-Rodríguez, 2000), hoy algunos rarámuri no son itinerantes y pueden permanecer en un solo lugar todo el año (generalmente en su rancho, si la mujer o el hombre no tuviera el propio), o moverse por periodos cortos solo para trabajar las tierras de ambos miembros del matrimonio⁴.

La deforestación y destrucción de los bosques en gran medida bajo la marcha del ejido maderero ha reducido los recursos que les daba el bosque, y los ha obligado a adoptar

³ Que algunos traducen como compadre, pero como toda traducción corrompe el significado original y traiciona el verdadero sentido

⁴ Hay que tomar en cuenta que el sistema de herencia rarámuri consiste en heredar a los hijos hombre y mujeres por igual, y una vez casados tanto hombres como mujeres mantienen los derechos sobre sus tierras de manera separada, aunque como pareja se apoyan mutuamente para trabajar las tierras del uno y del otro.

prioritariamente la agricultura como labor para el sustento, acompañada del pastoreo que sigue siendo importante, aunque ha integrado otro tipo de animales como las reses. La agricultura ya no solo depende del abono animal, en muchas partes se incorporan con mayor frecuencia los abonos industriales *que cuestan* y por ello en muchos casos favorecen que el rarámuri vaya a trabajar con el mestizo. Por lo que respecta a los recursos del bosque y el entorno se siguen utilizando siempre y cuando los haya, ocasionalmente se puede cazar un venado, pero ya no corriendo detrás de él, se consumen los hongos, pero principalmente los quelites que son colectados en los lechos del río y en ocasiones algunos de ellos son cultivados como es el caso de los *mekuásare*. Se han incorporado algunos granos nuevos como la avena que generalmente se usa para los animales y por algunos para preparar *teswino* o *batari* en lugar del *basihuare* (*Bromus arizonicus*). Podemos mencionar que la agricultura, aunque sea a muy pequeña escala incluso en centros urbanos está presente en casi todos los hogares, aunque sea solo unos pocos metros donde se pueda sembrar, se cultiva un poco de maíz, algunos frijoles, calabazas o chilacayotes, o *mekuásares* u otros quelites.

Uno de los planteamientos más aceptados sobre el actuar del rarámuri, que en muchos casos se ha interpretado como una forma de resistencia cultural, es que toma aquello que le sirve (material, intelectualmente o en el plano simbólico) de la sociedad mestiza o *chabochi*⁵ reinterpretándolo o adaptándolo a sus términos, y esto como plantea Sariago-Rodríguez (2000) ha jugado un papel importante en la forma en que las sociedades occidentales han construido sus percepciones en torno a la sociedad rarámuri y que en muchos casos se piensa como “primitiva” y resistente al cambio, pero como se puede ver es una sociedad que cambia, pero cambio a su paso y en sus términos.

En el texto de Moreno-Salinas (2014) en su último apartado (“los rarámuris”) se ofrece una descripción concreta de otros elementos que por razones de espacio no tocamos en este trabajo, pero se puede consultar dicha obra para mayores detalles sin la necesidad de consultar monografías más extensas.

⁵ Termino con el que prontamente el rarámuri desde los primeros contactos identificó al conquistador, y que hace alusión a que parecen tener telarañas en la cara. Pues el término *chabochi* se utiliza para designar a las “arañas patonas” (opiliones) que habitan los techos de las casas.

III. La resistencia entre los rarámuri

La más sencilla y común situación que impone el contacto entre el *chabochi* y el *rarámuri* hace explícita una percepción mutua, una doble invención⁶. La del primero sobre el segundo de ser aguantador y resistente, y la del segundo sobre el primero de no aguantar o cansarse fácil. La primera es lo más común y es el comentario casi obligado del turista y visitante *chabochi*, mientras que la percepción del rarámuri se hace presente en expresiones como en el comentario de *L. G. (Naweachi)* al preguntarle por un rumbo en una cumbre para Nonoava (localidad serrana) donde comentó “para allá, está la mesa, aquí cerquita a unas horas caminando, pero para ustedes igual y es lejos”, en esta expresión se pueden ver dos diferencias, igual de significativas, una de ellas es una forma distinta de percibir y actuar sobre la distancia, el espacio y el tiempo. Esta percepción no es fruto de simplemente la reproducción de un modelo cultural ni una naturaleza particular. Esta percepción y acción es fruto de un sistema de desarrollo que articula la evolución de los rarámuri y su entorno en los términos que dicta tal relación. Esto es lo que buscamos desarrollar en este trabajo, pero es justo revisar los enfoques y observaciones previas, y tratar de encontrar cómo surge la resistencia física de este grupo como un tema relevante para la antropología y la biología.

3.1. El origen del tema

Las preguntas en torno al tema de la existencia de una mayor resistencia física entre los rarámuri, así como los orígenes de la misma no es un tema nuevo, aunque no aparece desde los primeros contactos con los misioneros y conquistadores, lo encontramos como un elemento central, de manera permanente en prácticamente casi todos los relatos de los expedicionarios modernos como es el caso de Lumholtz (1902) a finales del siglo XIX.

Si bien el primer antropólogo físico en estudiar este grupo fue Ales Hrdlička (1908), no hizo ningún énfasis en el tema. En varios trabajos antropológicos del siglo XX, continuamente se observa un énfasis en la resistencia como en los trabajos de Acuña (2003, 2005, 2007) a quien revisaremos en el siguiente apartado.

⁶ Haciendo referencia a esta forma de producción activa de las dos antropologías (occidental y nativa)

En los trabajos de antropología física, se ha puesto mucha atención en la condición física, capacidad de trabajo o dicho en otros términos, en la resistencia física, y esto lo podemos observar desde la monografía de Basauri (1929) que abarca un amplio espectro de problemas que van desde lo cultural, hasta la métrica física, y en ese abanico es posible encontrar un pequeño apartado que explica sus apreciaciones sobre “la resistencia física de los Tarahumara”, a este respecto el Dr. Manuel Basauri (hermano del autor principal de la obra) contempla una amplia explicación, que va desde la ausencia de trastornos físicos posteriores al trabajo físico extenuante en individuos que sobreviven al desmedro y la carencia, y como otros tantos autores contemplaron la forma de vida en términos de los patrones de actividad, y sostener que estos serían una forma de entrenamiento continuo, articulados en la vida cotidiana y en la vida ritual, así mismo contempla su dieta vegetariana rica en hidratos de carbono que medio siglo después sería estudiada por autores como Cerqueira y colaboradores (1979) como un aspecto importante para desarrollar y sostener su condición.

Finalmente, este autor pondría en la mesa la más parsimoniosa explicación evolucionista, que siempre será traída a la discusión y que es la de la selección natural actuaría seleccionando a los más fuertes, dadas las elevadas tasas de mortalidad infantil observadas. Esta interpretación es muy propia de las posturas Darwinistas del siglo XIX y aún muy socorrida como veremos en el caso de Ángel Acuña. Es importante también el hacer notar el perfil monogenista de los hermanos Basauri donde el ambiente sería la principal fuente de variación que hace notar el discurso decimonónico presente en dichas observaciones.

Las historias presentes en las etnografías y los relatos de viajeros sobre las proezas de los corredores y mensajeros rarámuri y sus poblaciones en general serían el principal motor para algunos de los trabajos antropométricos y fisiológicos de mediados del siglo XX. De entre ellos los más importantes son los trabajos desde la antropología física de Balke y Snow (1965), y el trabajo de Groom (1971). Ambos, son realmente los primeros intentos de hacer un análisis sistematizado de las capacidades físicas de los rarámuri y con ello ayudan a comprender la resistencia física. El primero de estos trabajos puntualmente intenta explorar la condición física de los rarámuri, la pregunta por responder es si los rarámuri salen del patrón de otras poblaciones en sus capacidades físicas, algo que a primera vista esperaría el visitante occidental al observar sus carreras y danzas, o al leer los relatos del viajero. La

conclusión a la que llegan Balke y Snow (1965) es que la condición física de los rarámuri es tan buena como la de los jóvenes reclutas norteamericanos, nada fuera de lo normal, pero con cierta variación, donde se observan valores más altos en los jóvenes con menor proximidad al entorno occidentalizado. En el caso de Groom (1971) se basa en análisis clínicos, especialmente cardíacos de corredores en busca de anomalías⁷, encontrando que los corazones de los corredores rarámuri se encontraban en buenas condiciones contrariamente a lo esperado por la ciencia de la época, donde destaca el rasgo de la hipertrofia ventricular izquierda, que en esa época se consideraba una condición patológica en el deportista, hoy desechada (Willmore y Costill, 2007). Las observaciones y propuestas de este autor llegarían a plantear que estas tribus serían los “espartanos modernos”. A estos dos trabajos debemos agregar la observación de la capacidad aeróbica por parte de un equipo italo-mexicano de fisiólogos dirigidos por Aghemo (1971) donde se hicieron observaciones en el municipio de Guachochi sobre la capacidad cardiorrespiratoria de tres grupos de rarámuri; corredores o *primitivos*, ex -corredores, y no-corredores o *aculturados* observando diferencias importantes entre los corredores y los no corredores, donde los corredores mostraron una capacidad aeróbica similar a la de otros atletas de fondo (63 ml/kg·min), cabe señalar que estos criterios de clasificación muestran cierto sesgo, pues se asume como sinónimo el tener una vida más tradicional y ser corredor, lo que hace explícita la esencialización de la etnia y la carrera, y además del calificativo implícito de ser primitivo como ha planteado reiteradamente Sariego-Rodríguez (2000).

Seguidos por una serie de estudios de distinto orden, como los estudios dentales con rarámuri y mestizos de Snyder y col (1969) o aquellas oleadas de trabajos sobre alimentación y nutrición, (Connor y col., 1978, Cerqueira y col., 1979, McMurry y col., 1982, Monárrez-Espino y col., 2010, Monárrez y Martínez 2000), a la salud (Monárrez y Greiner 2000, Saucedo- Arteaga y col., 2003), antropométricos (Drusini y Tomasseo, 1981) y crecimiento (Peña Reyes y col., 2009) a finales del siglo XX los estudios de antropología física y biomédicos muestran un cambio en la tendencia, y se observa un vacío en torno a la problemática ligada a la resistencia o capacidades físicas de los rarámuri, ahora con un énfasis ligado a la salud y la epidemiología. Hasta muy temprano en este siglo con los trabajos de

⁷ Una creencia y práctica regular que se basa en la creencia de que la actividad física en ciertos niveles tendría consecuencias muy adversas para el organismo (Véase Battles, 2004.)

Pasquet y colaboradores (2005) y recientemente con Christensen y colaboradores (2012 y 2014) se retomó el tema.

3.2. La resistencia física vista desde otras ópticas

Uno de los autores que han intentado ofrecer una explicación sobre la resistencia física de los rarámuri es Ángel Acuña, un antropólogo español que ha trabajado en la región y que ha desarrollado algunos planteamientos al respecto (Acuña, 2003, 2005, 2007). En ellos se refuerzan lógicas muy tradicionales tanto en términos biológicos como en los culturales, pues el autor sostiene que en términos biológicos la dureza del entorno y sus características físicas son un imperativo adaptativo para la resistencia física de los rarámuri, es decir que el ambiente frío las grandes distancias y el entorno carencial es lo que ha hecho resistentes a los rarámuri. A este respecto podemos hacer serias críticas; en primer lugar, la ausencia de interacción y un enfoque unilateral al suponer que el entorno solamente actúa sobre los grupos humanos, lo que parece muy idóneo con los planteamientos neo-darwinistas de selección natural, pero deja de lado las relaciones y otros recursos de información durante el desarrollo del rasgo en cuestión. Esta misma actitud se reproduce en términos culturales, pues se deja de lado que es un recurso de información para los procesos de desarrollo, y se maneja dentro del marco del replicante y se asume una condición pasiva de los sujetos en la incorporación de los recursos y las relaciones sociales. El autor supone que la idea de aguantar y de que “el que aguanta no vale” entre los rarámuri se ha llevado a un plano donde por si solo explicaría la conducta de los rarámuri, que los articula en un plano entre el estoicismo y la resignación. Este modelo se reproduce en los niveles biológico y cultural como se puede observar en sus trabajos, y es muy similar a las observaciones que hicieron a principios de siglo autores como Basauri (1929) a quien ya mencionamos previamente.

Muchos de los trabajos de corte social sobre la resistencia física y las temáticas afines se han centrado en las carreras, como es el caso de Irigoyen-Rascón y Palma-Batista (1985) quien describe como se realizan las carreras. Un texto más reciente y que articula el deporte local con procesos sociales y económicos en términos de intercambio es el trabajo de Rodríguez-López, (1999), quien ofrece una explicación interesante para las carreras, pero en nuestro

caso el tema de la resistencia queda de lado, esto tiene mucho que ver con que cada disciplina ha buscado responder una misma cosa desde lugares distintos pero evitando o tratando mal los puntos de contacto, y los antropólogos sociales han tocado temas de orden social, mientras los antropólogos físicos aquellos de orden biológico, sin la menor intención de contacto.

Hay un caso excepcional, y que es el trabajo de Sariego-Rodríguez (2000) quien toca de paso tanto el tema de la resistencia cultural y la resistencia física, pero solo lo hace de paso, ya que ello no constituye el objeto de su trabajo, aunque es justo mencionar que tal autor nos presenta de manera muy correcta y con un amplio contexto histórico el desarrollo de ambos elementos en el pensamiento occidental.

En el siguiente apartado abordamos a detalle los trabajos que han estudiado de manera directa el tema de la resistencia física desde un enfoque biológico o ligado a la salud.



Imagen 4. Caminatas al albergue y los internados; Entre muchos escolares rarámuri lo normal es caminar cada fin de semana de los albergues a sus rancherías y de las mismas a la escuela distancias que promedian entre los 15 y 25 Km (Norogachi)

3.3. Aproximaciones y resultados desde la biología tradicional y la antropología física al tema de la resistencia física de los rarámuri

Este apartado busca presentar los resultados y observaciones previas, así como los nuestros, que, si bien no son los únicos, estos actualizan no solo los resultados, las tecnologías o las posturas, sino también las dinámicas y condiciones de los rarámuri actuales.

Como un primer paso para responder toda la cadena de preguntas que articulan los procesos de generación de conocimiento, y que en términos generales van de planteamientos descriptivos a lo predictivos pasando por lo explicativo que este último es nuestro caso (Heinemann, 2003). El orden nos obliga que en primer lugar debemos retomar y analizar los planteamientos descriptivos del fenómeno de la resistencia física.

Como un primer punto es necesario responder la pregunta infranqueable sobre si los rarámuri son o no más resistentes o tienen mayores capacidades físicas. Esto es preguntarnos ¿sí es posible sostener que los rarámuri tienen una mayor aptitud física⁸? Sobre esta pregunta podemos interpretar algunos de los trabajos más importantes desde la antropología física y los trabajos fisiológicos o propios de las ciencias del ejercicio. Si bien el fenómeno aparece desde Basauri (1929), entre ellos destacan los trabajos a los que ya hemos hecho mención con anterioridad: Balke y Snow (1965) Dale Groom (1971), Anghemo y col. (1971), Pasquet y col. (2005) y recientemente Christensen y col (2012). A ellos agregamos muestras observaciones previas de tesis de maestría (2011) incorporando nuevos datos sobre esta línea.

Hasta el momento es muy difícil sostener fuera de un plano de desarrollo coherente, que los rarámuri *per se* son más resistentes que otras poblaciones, y esta afirmación no solo es complicada de sostener para nosotros, sino incluso para muchos rarámuri, el ser muy resistente y un gran corredor solo por nacer rarámuri es difícil de aceptar, quizás el hecho de “ser”⁹ rarámuri puede hacerte resistente, pero para ellos y como lo debería ser para nosotros; el ser rarámuri no hace que “ todos” sean grandes corredores, como ellos dicen hay algunos que son muy “ligeros” es decir que son buenos corredores, pero también hay quienes no lo

⁸ O lo que en inglés se denomina physical fitness, que puede ser definido como: “la capacidad para desempeñar un trabajo muscular de manera satisfactoria” y que involucra diferentes componentes observables como lo es la fuerza, resistencia muscular y capacidad cardiorrespiratoria entre otros (Bouchard y col., 1997)

⁹ Haciendo referencia al habitar y estar en este mundo como rarámuri.

son. Yo considero que el orden lógico para pensar este fenómeno no es que ellos sean de manera innata buenos corredores, sino que quizás entre otras cosas nosotros somos, cada vez peores corredores y caminantes, más sedentarios y por decirlo claramente “poco resistentes”, a la par hemos pensado el fenómeno en términos incorrectos como ha propuesto Battles (2004). Para llegar a esta conclusión y esta secuencia lógica tenemos que revisar los datos previos y recientes, pues tanto para el etnólogo, como para el antropólogo físico y otros científicos, el mayor sustento de nuestras afirmaciones se debe fundamentar en los resultados de la investigación empírica.

Para nuestro caso debemos empezar con el análisis sistemático de los datos cuantitativos y biológicos. Si bien Basauri (1929) y Hrdlidka (1908) tendrían los primeros datos somáticos de estas poblaciones, sus observaciones fisiológicas son vagas por no decir ausentes y orientadas a una descripción general propias de los trabajos de la época, cuyos intereses los orientan a un plano antropométrico y somatoscópico descriptivo, que era el tipo de dato importante para ese momento con las corrientes tipológicas, de ahí en fuera los principales aportes de los hermanos Basauri al tema se basan en sus observaciones, a las que ya hemos hecho mención antes en este texto.

Es justo decir que las primeras observaciones o pruebas dirigidas al tema de las capacidades físicas y la resistencia física de este grupo como objetivo central son las de Balke y Snow que se hicieron en 1963 y 1964 para ser publicadas en 1965. Los principales hallazgos de estos autores son consecuencia de la colecta de los primeros datos sobre la capacidad física de diferentes personas. Los datos se obtuvieron por dos tipos de pruebas físicas diferentes en tres grupos de edad. Los grupos de edad fueron algunos adolescentes de entre 12 y 13 años con filiaciones indígena y mestiza que realizaron una prueba de campo que es prácticamente el test de Cooper solo que el tiempo fue de 15 minutos (no de 12 como se ha estandarizado en la actualidad) esta misma prueba se aplicó a un reducido grupo de rarámuri con edades entre 14 y 31 años. Finalmente, al año siguiente también aplicaron mediciones bioquímicas y una carrera de distancia a un grupo de rarámuri con edades de entre 20 y 43 años. Los autores tomaron datos en reposo e inmediatamente después de las pruebas, midiendo el peso, la frecuencia cardíaca y en el caso de los adultos también colesterol hematocrito y

hemoglobina junto con la tensión arterial. En todos ellos calcularon la velocidad promedio con la que estimaron el consumo de oxígeno. Los resultados obtenidos por estos autores son:

1) Que la condición física observada entre los jóvenes de 12 y 13 años son similares en mestizos y rarámuri, siendo en ambos grupos buena y superior a la observada en jóvenes norteamericanos de un campamento de la YMCA.

2) Que el segundo grupo de jóvenes (14-31 años) mostraron niveles de capacidad cardiorrespiratoria clasificada como “muy buena” (aquí hay que hacer un paréntesis para considerar que los valores presentados por los autores son estimaciones y no se extrapolan a un nivel de trabajo máximo, pero para una intensidad sub-máxima los valores rondan los 47 ml/kg·min con una frecuencia cardíaca cercana al 80% de su capacidad máxima).

3) En el grupo de adultos que corrieron 64 km, todos ellos rarámuri, mostraron buenos niveles de consumo de oxígeno, pero el dato más relevante fue el importante consumo energético que se observó, y cuando este se extrapoló a una carrera de rarajípari o “de bola” tradicional se planteó la gran demanda energética que pueden soportar los corredores rarámuri.

Posteriormente casi paralelamente se publicaron los trabajos de Dale Groom en marzo de 1971 y el de Aghemo y colaboradores en julio del mismo año. El primer autor hizo observaciones en Sisoguichi, y tomó algunos datos en Norogachi, al igual que Balke y Snow, organizaron una pequeña carrera de 46 km, tomó datos antes, durante y después, observando que la tensión arterial de los corredores fue en general baja con un par de datos inesperados (igual a cero en la tensión arterial diastólica) observó que la frecuencia cardíaca fue de entre 152 y 120 latidos por minuto, la edad fue de entre 18 y 48 años por lo tanto la carga de trabajo sería igual al 70 % de su capacidad cardíaca para el promedio, tanto los electrocardiogramas como las radiografías postero-anteriores de tórax mostraron que no había anormalidades cardíacas, por lo que el autor considera: a) Que la capacidad física de los rarámuri es muy buena, sus observaciones concuerdan con las de Balke y Snow en muchos sentidos. b) Establece que los límites más importantes para los corredores tienen que ver con la resistencia de los músculos esqueléticos y no la del corazón. c) Las anormalidades cardíacas están ausentes y no se observa hipertrofia ventricular izquierda u otro cambio importante d) menciona que probablemente nuestro estilo de vida cómodo ha permitido que hagamos una

subutilización de nuestro potencial físico (enunciado con el que coincidimos y que al parecer nuestros datos apoyan).

El otro trabajo publicado en el mismo año (Aghemo *y col.*, 1971) es importante también, en él se observa un muestreo y comparación importante para entender el fenómeno de la capacidad física de los rarámuri. Dicho estudio se hizo en Guachochi con 62 personas, de entre 12 y 65 años de edad (un margen amplio para bien y para mal), se aplicó la prueba del banco de Margaria *y col.* (1965)¹⁰ para estimar el VO₂máx, y realizó un agrupamiento general donde separó a los rarámuri en corredores o “primitivos” (32 participantes, de ellos 12 fueron clasificados como ex corredores) y no corredores o “aculturados”¹¹ (30 participantes). Los resultados mostraron que los rarámuri “corredores” o no aculturados tenían consumo de oxígeno a nivel máximo de 63 ml/kg·min, mientras que aquellos aculturados o no corredores de 39 ml/kg·min, y el subgrupo de ex corredores con las edades más avanzadas tuvo un valor intermedio de 50 ml/kg·min. Estos resultados muestran que la aptitud física ligada al desempeño (VO₂máx) y a la salud (adiposidad corporal del 11%) de los rarámuri tradicionales (no aculturados o corredores como les nombran los autores), es muy buena comparada a la de otros grupos humanos, y los sitúa con una condición física “igual a la de un atleta de fondo olímpico”, pero también muestran que la forma de vida y los cambios asociados (patrones de alimentación y actividad física) en los rarámuri más occidentalizados (no corredores o aculturados) empezarían a tener efectos negativos, afectando tanto las capacidades físicas ligadas al desempeño como aquellas ligadas a la salud (menor capacidad aeróbica y mayor adiposidad). Estos elementos son centrales y una problemática importante para las investigaciones ligadas a la salud que se mencionaron en apartados previos.

En estos términos, la asociación entre la resistencia física, los indicadores de salud y las condiciones de cambio son importantes, como lo pudo constatar el trabajo de Balcázar *y col.* (2010) observando los patrones de actividad, alimentación y el estado de salud en tres contextos socio-ambientales distintos en el estado de Chihuahua. Las observaciones se hicieron sobre los tres patrones más regulares entre los niños en edad escolar rarámuri. Estos

¹⁰ Donde P. Aghemo es el segundo autor, (para poder ubicar mejor al autor)

¹¹ Por supuesto las clasificaciones son muy criticables y basadas en los prejuicios de la época, sobre todo en términos de las nociones de aculturación y la lógica operante donde la cultura se pensaba como una adaptación, y los cambios en ella o los patrones tradicionales se pensaban abiertamente como desventajasos.

patrones son los que podríamos llamar niños “chiveros” o “tradicionales” o con un patrón más acorde a las prácticas tradicionales del grupo, el otro grupo es el de los niños de los albergues o “internados” denominados como “semi-tradicionales”, que son niños que crecen la infancia y la niñez en condiciones similares a los “chiveros” pero al llegar a la edad escolar o periodo juvenil¹² se incorporan durante cinco días a la semana a la vida de los alberges, que principalmente son religiosos, aunque también los hay por parte del gobierno (CDI), finalmente el otro grupo estudiado por estos autores son los niños “migrantes” a las ciudades, concretamente Chihuahua, la capital del estado. En dicho trabajo los autores encontraron tendencias y riesgos distintos en los tres entornos, donde se puede observar en términos generales que los patrones de actividad física son adecuados en el contexto “tradicional”, pero la alimentación muestra ciertas carencias especialmente para los micro nutrientes. Por ello se observa un patrón carencial en términos de desarrollo donde la estatura baja y el peso bajo son las principales afectaciones. En el otro extremo se encontraron los niños “migrantes” o “de la ciudad” donde encontraron niveles de sobrepeso y obesidad elevados, esto a causa de su menor actividad física y una dieta hipercalórica, pero con deficiencias importantes en micro nutrientes también. Finalmente, entre los niños de los albergues o “semi-tradicionales” se observaron las mejores condiciones, donde la actividad física tuvo patrones adecuados y la dieta fue adecuada y suficiente, por esta razón en este grupo se encontraron los niveles más bajos en los extremos de sobrepeso, así como en los estados de bajo peso. Este trabajo muestra claramente los contextos donde crecen mayoritariamente los niños rarámuri.

Finalmente, los dos trabajos más recientes en el campo de la resistencia física, su contexto y las condiciones de salud en adultos rarámuri, han sido realizados por investigadores daneses y mexicanos (Christensen y *col.* 2012, 2014). En el primer trabajo se analiza la actividad física, la capacidad cardiorrespiratoria y algunos indicadores de salud, que para términos conceptuales concretos podemos decir que se hace una evaluación de la aptitud física ligada al desempeño y la salud, y sus relaciones con la actividad física en adultos rarámuri de ambos sexos, provenientes de varias rancherías y poblados de la sierra.

¹² En términos de la historia de vida biológica de nuestra especie o “Life History” (Bogin, y Smith 1996, Bogin, 1999)

En dicho estudio se observan niveles de actividad física adecuados, pero con valores bajos de capacidad cardiorrespiratoria (39 ml/kg·min en varones y 34 ml/kg·min en mujeres) similares a los encontrados por Aghemo entre los rarámuri sedentarios. Así mismo hallaron niveles elevados de sobrepeso e hipertensión. Y observaron asociaciones moderadas entre la actividad física y la capacidad cardiorrespiratoria con la tensión arterial, siendo más intensa la asociación con la presión diastólica; En el caso de la glucosa sanguínea las asociaciones no llegaron a ser significativas.

El último trabajo de estos autores publicado recientemente (Christensen *y col.* 2014) se basa en una serie de observaciones funcionales en un grupo de 10 corredores en una carrera de 78 km, evaluando algunos indicadores de daño muscular, cardíaco y renal. Entre los múltiples indicadores pudieron observar algunos daños, de escasa intensidad y de los que los corredores se recuperaron tras 48 horas. Las explicaciones rondaron entre los factores a los que han sido expuestos los rarámuri, así como a la intensidad ligada a la velocidad de la carrera, porque fue más baja que la de otras pruebas.

En este contexto se enclavan algunos de nuestros resultados que presentaremos en apartados posteriores, dando cuenta de la aptitud física ligada al desempeño en términos de aptitud cardiorrespiratoria, aptitud física ligada a la salud y actividad física. Estos datos provienen de colectas previas que sirvieron para la tesis de maestría. A esos datos se le incorporaron los datos de colectas más recientes que han permitido tener una muestra más importante y más representativa sobre todo para los rarámuri, pues nuestra información tiene un carácter comparativo entre adolescentes mestizos y rarámuri, donde los primeros operan como un grupo de referencia por razones geográficas y físicas, pero que ofrecen un referente biológico, y cultural distinto. Por lo tanto, tales apartados se basan en observaciones de cohorte, transversales, descriptivos, comparativos en adolescentes, lo que ofrece un referente para un grupo de edad que no ha sido trabajado previamente, así mismo nos ayudan a incorporar algunas piezas al rompecabezas que han presentado los trabajos previos y agregan nuevos datos sobre crecimiento, genética y se integran en un marco conceptual que articula la información etnográfica.

IV. Perspectiva teórica

4.1. El problema de la transdisciplina para la antropología biológica

El primer problema por sortear en este trabajo ha sido la búsqueda del enfoque adecuado para poder comprender y explicar el fenómeno de la resistencia física de los rarámuri desde la antropología. Ello nos ha obligado a explorar una propuesta que nos permita acceder a un plano interpretativo de orden transdisciplinario, que desde las promesas de la antropología como ciencia debería ser el nivel de origen de la misma y especialmente de la antropología física o biológica.

Buscando volver al proyecto híbrido o aceptar la naturaleza no moderna de la antropología biológica¹³, y dotarla de coherencia, retomaremos algunos planteamientos de Bruno Latour de su texto “nunca fuimos modernos” (2007) y en un plano más práctico y concreto la teoría de sistemas de desarrollo (Griffits y Gray 1994) integrada en la propuesta de una *ciencia relacional* de Tim Ingold (1990,2004) con el fin de conciliar la antropología biológica con la antropología social o cultural, y partir del *organismo-persona* y los *sistemas de desarrollo* como unidad de análisis (el primero) y referente conceptual (al segundo) para integrar los enfoques biológicos y sociales en un solo marco interpretativo. De esta manera pretendemos acercarnos más a una Antropología integrada y no atomizada, donde lo humano sea analizado en su complejidad.

Para entender la profundidad de los planteamientos de estos autores ligados a propuesta que no son distantes a la complejidad de Morin (1980, 1990, 1999), debemos hacer explícitos los límites que nos han impuesto ciertas bases conceptuales de la “ciencia moderna” en términos de Latour (2007), o fragmentadora en los términos de Morin (1980), que como dicen Ingold (1990) y Latour (2007), parte de la dicotomía fundamental de la modernidad: la de naturaleza/cultura.

En dicha separación se cimientan los supuestos sobre los que se ha desarrollado la separación de la antropología y la biología, o que a *grosso modo* separa las humanidades y la biología. Esta dicotomía no solo separa el mundo conceptualmente, sino en la praxis científica y

¹³ Que será el término con que me referiré en adelante a nuestra disciplina, buscando ir en el sentido de la biología que alberga a la antropología.

moderna obliga a dividir el mundo en realidades ontológicas que son fundamentales para la ciencia moderna y especialmente para la antropología, y es la separación entre naturaleza y cultura y humanos y no humanos (tanto los animales como las cosas).

Una de las principales consecuencias de la separación entre humanidad y naturaleza, es que permite sostener una visión antropocéntrica del mundo, y como dice el mismo Ingold (1990) esta distinción se basa en la idea compartida en diversos ámbitos científicos de que el hombre o la humanidad pose una capacidad particular y “natural” para la cultura (antes referido al alma), lo que esencializa y separa a los humanos de los demás seres, haciendo una diferenciación de tipo y no de grado entre humanos y no humanos.

Este ha sido uno de los problemas más difíciles de sortear para la antropología biológica, pues en si misma entabla la contradicción, ya que estudia un ente que se asume como diferente a los demás, y a la vez se intenta estudiar en los mismos términos que al resto de los seres vivos. Esto ubica a nuestra disciplina en una condición ambigua, y donde además busca articular y sostener algunos supuestos decimonónicos como la existencia de la “cadena del ser” y la “unidad mental de la humanidad”¹⁴, con sus connotaciones y consecuencias evolucionistas, fragmentarias e imperialistas.

Esta antropología biológica tiene que lidiar con los supuestos a los que la obliga la simbolización convencionalizante occidental que establece que lo humano puede ser visto como un ente fragmentado desde dos perspectivas, la primera supone que es un animal “plus” con una condición cualitativa particular. Mientras que a la par, para estudiar al hombre desde la biología, supone una continuidad analítica, donde las diferencias son de grado y no de esencia, y el comportamiento humano obedecen a los mismos principios y están sujetos a las mismas fuerzas evolutivas o principios de cambio.

Esto genera la principal complicación que se le ha asignado a la biología, por un lado, debe separar a los seres vivos de los no-vivos, y se le obliga a separar a los animales no humanos y a los humanos. Con ello aparte de la dicotomía de naturaleza/cultura, sostiene otra

¹⁴ La primera supone la existencia de una continuidad entre las formas vivas que ocupan un lugar particular, en cuya cúspide se ha puesto al ser humano, mientras que la segunda supone una condición cultural compartida entre todos los grupos humanos (objeto del estudio antropológico)

dicotomía que es la separación entre el universo animado y el inanimado o de los seres vivos y no-vivos (Ingold, 1990) que es el espacio de los no-humanos que plantea Latour (2007).

No obstante a esta problemática debemos agregar las complicaciones que ha producido el devenir del pensamiento biológico que como plantea Ingold (1990): es la construcción que se ha hecho en la biología del estudio estadístico y de los eventos de la evolución, que desarticula ontogenia y filogenia y ha tomado a los genes como unidad de análisis apoyada en las teorías Neo-darwinistas, que como consecuencia han disuelto al organismo y olvidado su desarrollo en aras de un pensamiento que se basa en “*poblaciones*” y genes. Mientras que la antropología en caminos similares ha borrado a la persona para estudiar “*culturas*” y rasgos culturales. Tal situación como dice el mismo autor solo se puede sortear al remplazar el pensamiento “poblacional”¹⁵ por un pensamiento “relacional”.

Partiendo de lo anterior parece necesario que la biología y concretamente la antropología biológica deba dar un giro epistémico y desde sus bases re-pensarse y considerar otros enfoques para poder acceder a una verdadera transdisciplina, y generar otras formas de conocimiento, y así dejar de luchar con sus contradicciones internas (fruto de la modernidad) y encontrar una coherencia profunda en sus abordajes y explicaciones.

Pues si bien la interdisciplina propone el escrutinio de un fenómeno desde diferentes puntos de vista, la transdisciplina requiere que realmente se puedan hermanar los horizontes en una disciplina, en este caso siguiendo a Ingold (1990) sería la biología, que acoge a la antropología como parte de ella y comparten un objeto de estudio que será el organismo-persona.

4.2. El origen de la dualidad y su reproducción

Haciendo un ejercicio de invención dentro del pensamiento occidental, es decir poner en juego y contraste algunas de las categorías que la obviedad oculta haciendo un ejercicio como el que ofrece una antropología-Coyote¹⁶ (Wagner, 2010). Tal ejercicio se debe hacer al

¹⁵ Que puede ser homologable a cultura como unidad epistémica según lo planteado por Levi-Strauss en: “Raza y cultura” (Lévi-Strauss, 1986).

¹⁶ Que basada en el texto que lleva su mismo nombre, y que consiste en una antropología reversa, que por medio de una relación dialéctica establece un diálogo entre pares y opuestos, cuya acción inversa hace

interior de la antropología y de nuestro pensamiento, partiendo de un análisis de ese otro “nosotros” en nuestro mito de origen y sus consecuencias para la ciencia occidental. Materializada en la antropología y sus disciplinas y en como desde ellas se han pensado los fenómenos como la resistencia física rarámuri al igual que otros problemas que se han formulado y respondido desde bases asimétricas y fragmentarias que dificultan su comprensión.

Como una vía corta sostenemos que la perspectiva dual de occidente sobre el ser humano se puede remontar a la antigüedad, con la filosofía platónica que separa al ser humano en cuerpo y alma y que más tarde sería bien acogido por el pensamiento judeo-cristiano y la filosofía escolástica que dominaría en Europa durante la edad media, y posteriormente se desplegaría con las campañas coloniales a casi todo el mundo hoy remitido a la categoría de “occidental” o “*western*”.

Pero una buena manera de comprender la base epistemológica que viene arrastrando el pensamiento occidental lo podríamos encontrar en nuestro mito de origen, que pone en juego el mismo sistema de clasificación que actúa en otros niveles, tomando como ejemplo “el mito de la creación y la caída del hombre” del génesis bíblico, es posible ver como se piensa lo humano desde una base lógica muy similar tomando en cuenta que lleva las subsiguientes actualizaciones e interpretaciones, ante cuya base epistémica se actualizan constantemente nuevos postulados científicos y otras actividades convencionalizantes del pensamiento occidental.

Podemos partir del relato del mito de origen que supone la creación del ser humano por la divinidad (Dios), quien ha soplado el aliento de vida a un ser que ha sido creado del barro tras haberle dedicado un tiempo especial en su confección y siendo este semejante al creador. Finalmente ha sido puesto en el jardín del Edén en la cima y se le ha dado lugar para

visibles los supuestos o axiomas del otro. En este caso nosotros ponemos en juego las convenciones antropológicas y su sustento disciplinar, con el fin de hacer visibles los supuestos que le dan sentido bajo una lógica moderna, cuya actividad fragmentadora se oculta en la obviación de un mundo fragmentado. Con una perspectiva de las lógicas no-modernas o relacionales, se produce un fondo distinto que hace visible la figura fragmentada de lo humano que se ocultaba en el fondo de la obviación de una realidad igualmente fragmentada.

enseñorearse sobre los demás seres de la creación¹⁷, pero se le ha dado la orden o mandato de no comer del “árbol del conocimiento del bien y del mal”, ni del “árbol de la vida”¹⁸.

El asunto de fondo es que, tentada por la serpiente Eva probaría del “árbol del conocimiento”, con ello realmente cometería el pecado de la codicia expuesta en el deseo de querer ser como el creador, mismo cargo por el que fuera juzgado Luzbel¹⁹. Pero tras probar el fruto, Eva le daría a probar el fruto a Adam, con tal suceso se vuelve abominable lo femenino y se legitima el patriarcado, y ha dado y sigue dando mucha tela para cortar al pensamiento feminista. Pero volviendo al punto importante, el asunto tiene que ver con que ya consientes, incluso de su desnudez, y ya habiendo dado el paso transitorio del estado de naturaleza al estado de cultura, y justo antes de que la pareja primigenia pudiera comer del “árbol de la vida”, la deidad los expulsa del paraíso y ponen un guardián en su puerta, por lo tanto, la humanidad queda atrapada en una posición cuasi-divina con sus consecuencias lógicas.

Por un lado, su cuerpo se mantiene corrompible al no haber comido del árbol de la vida eterna, pero quedan atrapados en el mundo de la conciencia que no posee ningún otro animal, estado cualitativamente diferenciado que los separa de los demás animales, a la vez que están sujetos a las mismas leyes: de la muerte, la reproducción, la alimentación y la enfermedad como ellos. Esta relación se construye en torno a un Dios que deberá ser tachado por el dispositivo de la modernidad separando el arriba y el abajo necesario para la secularización del estado y su discurso que refiere Latour (2007).

Si a este mito agregamos las ideas platónicas de la purificación y liberación del alma de las cadenas del cuerpo o la carne, nos encontramos con un ente dual, que posee un alma, esa entidad metafísica que no está regida por las leyes de la carne, mientras que por otra parte tiene un cuerpo y una carne que es igual a la de todos los animales y sujeta a las mismas necesidades y defectos.

¹⁷ ha sido puesto en la cima de la cadena del ser

¹⁸ Aunque en general posee una condición que no es muy distinta de los demás seres, y dejemos a los teólogos la tarea de explicarnos la distinción entre conciencia de sí, conciencia de sus acciones y la capacidad de autorregular el comportamiento propio y si realmente se puede hacer responsable de actuar bien o mal a un ente que los desconoce.

¹⁹ Donde el “golpe de estado” habría sido frustrado y legitimado el statu quo, que tanto beneficio la legitimidad de las monarquías durante tantos siglos.

Pasó mucho tiempo hasta que se arriesgarán a confrontar el dogma eclesiástico. Primero fue Linneo al colocar al ser humano en el reino natural y adscribirlo a la especie *Homo sapiens* y después Darwin al proponer que los simios y los humanos compartieron un ancestro común y son fruto de la selección natural.

En cierta forma lo que hicieron estos esfuerzos fue reclamar al ser humano para la naturaleza. Pero tal esfuerzo no estuvo ni cerca de terminar con la dualidad de la condición humana en el pensamiento occidental. Lo que sí consiguió en el mejor de los casos, es el resultado que nos alcanza hasta la actualidad: la permanencia del ser fragmentado donde el estudio de la parte animal, de la carne o entidad física es el objeto de la biología y más puntualmente de la antropología biológica, mientras que la condición moral o la humanidad quedó en manos de las humanidades, entre ellas las antropología social o cultural.

En los inicios de la antropología biológica o antropología física se generaron líneas de pensamiento que temporalmente integraron la dualidad y que fueron muy bien de la mano con el pensamiento colonial, e imperialista, pues las corriente tipológicas o raciales buscarían incorporar y ligar naturaleza y cultura, generando un híbrido en el que trascendía el espacio de la naturaleza, esto por medio de la integración de las características física y las intelectuales y/o culturales, donde las características físicas consideradas como primitivas se asociaban a un estado de desarrollo social y cultural inferior. Asumiendo que las culturas no occidentales tenían rasgos primitivos, y eran vistas como simples y vestigios de etapas o peldaños anteriores por los que ya había cursado la cultura o civilización occidental. En tales condiciones solo podían ser vistas como más cercanas al estado de naturaleza, y como esta última debían ser dominadas y controladas (domesticadas) para ser llevadas a un estado de cultura.

Claramente podemos apreciar una trascendencia de lo natural sobre lo cultural, que adquiere un papel inmanente y dependiente de las características físicas que determinan lo psíquico y cultural, donde lo único que se había hecho realmente, fue ampliar o extender la cadena del ser, y no solo aplicada a los otros seres y animales (los no-humanos), sino ahora también dentro de los seres humanos y sus llamadas civilizaciones o culturas. Donde como se podía esperar las civilizaciones y características físicas occidentales o caucásicas fueron el arquetipo de progreso y refinamiento superando en la línea de desarrollo a los otros grupos

humanos. En consecuencia, se legitimó su explotación en aras de una ayuda o apoyo civilizatorio, que en el discurso y la práctica favoreció uno de los más grandes momentos en la historia humana de explotación del hombre por el hombre.

Como una contramedida ante dicha lógica y sus consecuencias la otra línea intelectual del siglo XIX que también se articula en la dicotomía naturaleza/cultura y sigue muy arraigada en el pensamiento científico occidental y especialmente en el pensamiento antropológico, es la doctrina de “*la unidad psíquica de la humanidad*” que si bien intenta sostener una igualdad natural entre todos los grupos humanos, no logra romper con la jerarquización de la cadena del ser, sino que ahora las diferencias son pensadas como fruto del devenir histórico donde los grupos de cazadores recolectores reflejan los estados más primitivos, y las sociedades occidentales el estado más avanzado (Ingold, 1990). En ambos casos se trata de una perspectiva evolucionista unilineal, pero que articula diferentes *esquemas de praxis* (aplicando los principios clasificadores de Phillippe Descola (2005)), podemos decir que en el caso *racial*, el esquema es de tipo analogista donde hay diferentes naturalezas con un correspondiente estado de humanidad, mientras que en la doctrina de *la unidad psíquica de la humanidad* se trata más claramente de un *esquema de praxis* de tipo naturalista donde hay diferentes tipos de humanidades o culturas que son generadas sobre una misma base natural.

La antropología biológica marchó sobre ambas vertientes, inicialmente sobre la tipológica o racial, y posteriormente hasta la actualidad sobre la doctrina de “*la unidad psíquica de la humanidad*”, aunque en ambos casos tanto en la práctica como en el discurso no ha roto ni abandonado los supuestos de la doctrina de la *cadena del ser*.

En estos términos el estudio de lo humano desde la antropología se mantiene fragmentado, y usando los términos propuestos por Descola de “*fisicalidad*” e “*interioridad*”, podemos argumentar que la ontología “*naturalista*” occidental sigue suponiendo una naturaleza común y una interioridad diferenciada, donde la *fisicalidad* es general en su comportamiento, y es compartida no solo entre humanos sino entre todos los seres vivos (los no-humanos vivos), por lo que puede y debe ser estudiada por la biología, mientras la variación interna y propia de cada cultura debe ser estudiada por las humanidades.

Desde el mito de origen hasta la modernidad, el producto de la simbolización convencionalizante de occidente sobre lo humano ha producido un ser dual y fragmentado.

A ello debemos agregar las complicaciones que han incorporado los modelos del replicante y el énfasis que ha puesto la biología neo-darwinista de los genes, junto con una antropología de las culturas, que en conjunto han borrado operacionalmente a los organismos y a los sujetos, para colocar como objeto de estudio a los genes y los rasgos culturales (Ingold, 1990). Pero antes de entrar en ese tema es necesario expresar las consecuencias que tiene la dicotomía naturaleza/cultura en la actividad del pensamiento moderno y su ciencia

4.3. El conflicto de la trascendencia, la dualidad, las disciplinas y la agencialidad

Otro de los elementos importantes para la ciencia moderna que debemos mencionar siguiendo a Latour (2007) es que, para ella, la única posibilidad de estudiar a los híbridos fruto del proceso de traducción, como en este caso lo es la resistencia física, es por medio de la separación y la construcción dual y esencializadora que requieren las mentes modernas, con el fin de evitar que lo natural se inmiscuya en lo social y viceversa. Por ello es necesario hacer uso del recurso de purificación, separándolo todo en términos de naturaleza y cultura, haciendo que los elementos y las relaciones en términos kantianos se vuelvan obligadamente unos trascendentes y otros inmanentes (solo natural o solo cultural pero no ambos a la vez), habría que reivindicar la verdadera trascendencia de cada cosa y de cada fenómeno, ya sea al campo de la naturaleza o al campo de la cultura.

En el caso de la antropología, que en si misma se fragmenta y alberga la simiente de la modernidad, se realizan algunos esfuerzos en paralelo, el primer y mayor esfuerzo purificador de la antropología es aquel que genera su objeto de estudio (el hombre), la propia antropología requiere separar su objeto “el hombre” o “lo humano” adscribiéndolo siempre al campo de la cultura y la historia, por tanto había que hacer presente el ejercicio de separación de lo humano de otras formas de vida y de las cosas. Los humanos han de ser puestos por un lado y las demás cosas y seres por el otro. Esta es la primera separación que como diría Ingold (2004) coloca al ser humano en el punto más alto de la gran cadena del ser y hace una separación de tipo o cualitativa y no de grado (Ingold, 1990).

El segundo proceso de purificación es el que se da al interior de la misma antropología, que si bien supone “*la unidad psíquica de la humanidad*” y que todo ser humano puede y debe ser estudiado por ella, asumiendo un espacio donde todos los humanos somos iguales con las mismas capacidades y características a nivel biológico, coherente con el naturalismo; hechos sobre una misma base natural.

Dentro de la antropología el fenómeno de lo humano es separado en dos facetas, habiendo una aproximación a un ser humano biológico, y de manera paralela también se estudia a un ser humano social y cultural. Esta labor aproximativa se hace por dos disciplinas que se comunican, pero tienen mucho cuidado de no explicar ni estudiar lo mismo, y mucho menos en los mismos términos. El objeto compartido y a la vez separado es lo humano y de paso su entorno y sus relaciones. Ambas realizan movimientos distintos, y piensan el entorno de manera muy distinta, pues para la biología el entorno es la mano de la selección natural (es la naturaleza misma) donde el organismo es objeto y no sujeto, mientras que para la antropología cultural el entorno se construye y es objeto y no sujeto en sus relaciones.

Entonces se devela el otro elemento fundamental que es el telón de fondo de la modernidad es aquello que tiene que ver con la agencialidad. La negación de la agencialidad define la trascendencia de una de las partes para otorgar la inmanencia a la otra, hay algo preestablecido y algo generado, y en ambas ciencias es el opuesto, una parte de lo objetivo y la otra de lo subjetivo, pero para la ciencia moderna es complicado pensar en el mundo de la contingencia, el mundo de las relaciones, porque el mundo de la contingencia es el de los híbridos, y los híbridos no tienen cabida para el pensamiento moderno por ello deben ser purificados, “*al César lo del César y a Dios lo de Dios*”, a los hombres la sociedad y la política, mientras que las cosas y los organismos deben ir con la naturaleza.

Pero una vez que son visibles los mecanismos de la modernidad y su ciencia y se ha borrado su obviación, salimos de las manos de la modernidad o como diría Latour (2007); muchos nunca lo hemos sido, mientras que la catarsis, la conciencia de la situación de uno mismo, abre la puerta para la solución. La simbolización diferencial que hacemos sobre la antropología y las ciencias modernas nos dejan ver la convención oculta. El ambiente debe ser el actor, pero no los hombres, o los hombres, pero no el ambiente, el espacio para la negociación no se puede abrir a menos que acabemos con ambas obviaciones (negaciones,

contenciones y dictaduras), y esto se debe hacer de un tajo para que instauremos una democracia compartida.

Los procesos naturales son fruto de una negociación entre los organismos y su entorno, un entorno que es una sociedad amplia donde humanos y no humanos se relacionan y se afectan mutuamente, un lugar donde los procesos sociales son fruto de una negociación entre el ambiente y el organismo, donde el ambiente está socializado y hay relaciones sociales que no son únicamente entre los humanos, sino que son producto de colectivos más amplios.

Pero para que ello suceda el imperio de la verdad occidental, la verdad humana de la única realidad, de la única conciencia y de lo absoluto debe ser demolido para dar cabida a la simetría. Lo *único* tiene que desaparecer para dar lugar a lo *múltiple*.

4.4. Una ontología de la multiplicidad

Como hemos mencionado en los apartados anteriores el elemento medular y obstáculo para la transdisciplinariedad surge de los axiomas, las convenciones, las divisiones que esencializan la realidad y que bloquean ciertas trascendencias para apoyar otras, y en paralelo niegan la agencialidad (agency) a unos para darla a otros, esa doble separación ontológica a la que se refiere Latour, (2007) (el arriba/ el abajo, humanos y no humanos). Pero es una separación donde por un lado separan a los humanos de los no humanos, aunque en ocasiones se pone entre paréntesis, al suponer que todos somos seres naturales, pero en la práctica se sostiene, pues se niega a pensar a los demás seres simétricamente como partes de los mismos colectivos, o al menos en los mismos términos.

Algo que resulta necesario, es poder ver los alcances y efectos de la ontología de una realidad y las múltiples representaciones que produce el naturalismo como refiere Latour (2007). Pero para ello es necesario hacer explícita la diferencia entre el relativismo y la relatividad, y así entender que la ontología naturalista sobre la que se desarrolla el pensamiento y la ciencia occidental ha sido una ontología de lo relativo y no la de la relatividad. Y que para salir de ese atolladero nos obliga a transitar de las ideas de lo relativo o la tiranía del absolutismo, a una democracia de la relatividad y lo múltiple.

Para ello es necesario hacer eco sobre las diferencias entre lo relativo y la relatividad que refiere Latour (2007). Para lograrlo podemos apoyarnos en los postulados y el perspectivismo planteado por Ortega y Gasset (1924). Para ello es necesario hacer presente el efecto de la posición y la mirada, lo que se traduce en una perspectiva, que es clave para entender la postura de la relatividad. Y el mismo Ortega y Gasset expresa que esa es la aportación al pensamiento occidental que se da con la teoría de la relatividad de Einstein, a diferencia del pensamiento absolutista y de lo relativo en la física de Galileo y Newton. El logro es comprender que el comportamiento de las cosas y seres que observamos está fijado por la posición del sujeto, por lo tanto, dependerá de su perspectiva como se comporten las cosas, pero esta es una perspectiva entre otras tantas. Y la actividad o reactividad de la realidad no depende de una posición fija y que domina sobre las demás, sino de la acción del observador, aunque más adelante Schrödinger llevaría este postulado a otro nivel.

Como diría Ortega y Gasset (1924) el logro es realmente poder romper con la mirada provinciana del utopismo de querer hacer válido un punto de vista para todos, que se aplique desde todas partes y desde ninguna a la vez, el punto de vista de lo absoluto, esto es lo que significa el punto de vista del naturalismo, el de suponer que hay una realidad que se construye desde todas y ninguna parte a la vez, una realidad absoluta a la que todos intentan acceder. Pero como diría Latour (2007) los occidentales consideramos que tenemos una posición privilegiada y más cercana, donde la experiencia de todos los demás colectivos no son más que representaciones, donde la conciencia y la capacidad de actuar es solo una condición de los humanos, donde los demás organismos y en algunos casos otros grupos humanos son pensados como solo objetos y no deben o pueden ser sujetos de la construcción del destino común.

Para poder acoger y vivir en una ontología de la multiplicidad es necesario aceptar que no hay una realidad absoluta y que las experiencias y teorías de los demás colectivos no son representaciones, son fruto de una perspectiva que se genera y actualiza con la acción e interacción.

Acercarnos a la relatividad es romper con la asimetría inconsciente construida por la modernidad, que es una convención de la diferencia que niega un lugar similar al otro u otros. Acercarnos a la relatividad implica tomar una posición más simétrica tanto con los demás

humanos como con los demás seres (no-humanos), quienes han sido pensados como incapaces de ser personas y con agencia propia, puestos en entornos que se han fijado y no pueden ser pensados como fruto de la acción conjunta.

Así mismo cuando se plantea una aproximación distinta es posible pensar que la humanidad es parte de la naturaleza tanto como la naturaleza es parte de la humanidad, en conjunto sería necesario romper con algunas convenciones como lo son la flecha del tiempo (idea del progreso) y del tránsito de un estado de naturaleza a un estado de cultura, de Adán y Eva antes y después del fruto prohibido. Es necesario pensar en comunidades de organismos, de seres vivos, y también, en los no-vivos.

4.5. Una biología del organismo- persona y los sistemas de desarrollo

La propuesta de Ingold (1990) que se desprende de la teoría de sistemas de desarrollo (Griffiths y Gray, 1994), va guiada por una crítica paralela a la biología que dejó de lado a los organismos para privilegiar los genes como única fuente de información, mientras que en un camino similar la antropología en su espacio ha privilegiado el estudio de los rasgos culturales, así ambas han dejado de lado a los organismos que son las personas y que deberían de ser su objeto de estudio.

Nosotros retomamos de dicho autor la importancia de rescatar al organismo como unidad analítica para la biología y constituye un elemento central de los sistemas de desarrollo, cuya condición obliga a partir de una entidad “viva” abierta a múltiples vías de información, capaz de interpretar y modificar los diferentes tipos de información que fluyen durante los procesos de desarrollo en una estrecha e indisoluble relación con el entorno en una transformación y construcción conjunta.

Pero para que esto sea posible, es necesario sortear uno de los más grandes malentendidos sobre la evolución, que es confundir la información con el proceso, y pensar la evolución y los productos de los sistemas de desarrollo como hechos pre-programados cuyo único fin es develar la información contenida en los genes, enarbolando la separación de la ontogenia y la filogenia, donde la primera es fruto y no resultado de la acción de la primera, de manera

tal que se piensa que el fenotipo es la revelación de los genes y no su fuente de transformación (Andrade,2005).

Ello es resultado de concebir al organismo como vector de los genes que son seleccionados activamente por el entorno que determina cuáles de ellos son los adecuados, sin mediación ni influencia del organismo, esto significa además el robo de toda “acción tomada con libertad con un fin determinado” (*agency*) al sujeto y sus procesos de desarrollo que es transferida al entorno, mismo que adquiere un papel trascendental.

Aunque muy recientemente se ha intentado incorporar en la práctica la teoría de nicho, esta idea refiere a hechos que acaecen y no a procesos, y refiere a la actividad de personas y poblaciones solamente sobre el entorno solo en algunos niveles, negando flujos de información bidireccional y simplificando los procesos de herencia a los que hacen alusión Griffiths y Gray (1994) lo que conlleva a la pérdida de toda la historicidad relacional del organismo y el ambiente y con ello se deja de pensar la evolución como una actividad y transformación conjunta.

Ingold refiere que, para el caso de la antropología, las culturas, como las poblaciones para la biología, se han vuelto entidades de análisis de tipo estadístico basadas en la idea del replicante, y el cambio o la permanencia de ciertos rasgos dependerán de su adecuada incorporación y transmisión a las siguientes generaciones. Por otra parte, hablar de sujetos o individuos hace referencia solamente al componente biológico y deja fuera, entre otros, los aspectos mentales, incluyendo la consciencia, conocimientos, experiencia, valores, emociones y sentimientos, además de la biografía o devenir a lo largo del tiempo y el espacio (procesos de desarrollo), que están inmersas en la vida social y cultural donde se conforma la persona (recursos de desarrollo, véase los siguientes párrafos).

En el caso de la antropología en lugar de genes se han homologado a estos las unidades semióticas o rasgos culturales. Que generalmente ha sido interpretado como elementos paralelos en las propuestas co-evolutivas como es el caso de Boyd y Richerson (1985), que a fin de cuentas sigue mantenido un paralelismo entre naturaleza (biología- genes) y cultura (antropología-rasgos culturales) estando ambos inmersos y siendo seleccionados por el ambiente.

Lo que es muy claro para Ingold y aceptado por nosotros es que mientras se mantenga un paralelismo y la dicotomía naturaleza cultura, biología y antropología se seguirán pensando como dos dominios paralelos e independientes, pues las unidades de estudio siguen siendo distintas, aunque sujetas a principios de acción y de análisis similares.

La propuesta dada por Ingold (1990) es la de tomar al organismo como unidad de análisis, al ser este un sistema abierto y en desarrollo, estando este tan abierto al ambiente como el ambiente mismo está abierto a la actividad de él. De esta manera la modificación del organismo se da como fruto de su negociación con el ambiente, que junto con otros recursos de información entre los que podemos encontrar a los genes, hacen que tanto ambiente como organismo evolucionen en conjunto.

Un recurso de información que siempre se ha mantenido en otro nivel y se le ha dado un tratamiento distinto son las relaciones de orden social y su contenido, que es donde se desarrolla la persona y su conciencia. La propuesta del organismo-persona no privilegia ni la información genética, ni la cultural, pues ambos son recursos de información que interpreta el organismo durante el desarrollo. De sus relaciones con los recursos de orden social, el organismo como persona emerge como fruto de las relaciones sociales que entabla, en donde el entorno social es generado y modificado a la vez que este genera la faceta persona del organismo (Ingold, 1990).

Así la persona es una expresión del organismo, no una esfera paralela como sostienen los postulados tradicionales que plantean una separación ontológica entre persona e individuo, montados sobre la dicotomía naturaleza/cultura, y que piensan que la persona es una faceta social construida sobre un sustrato biológico (coexistente y probablemente independiente), como si pudieran existir en las personas ambas esferas de manera paralela e independiente, donde se sostiene que la persona es fruto del impacto que tiene el ambiente social, como unidad autónoma y ajena al organismo (que es natural) y que es convertido en persona (ahora social), en un proceso de tránsito que va de un estado de naturaleza (individuo) al de cultura (persona). Y al igual que las teorías Neo-darwinistas simplistas suponen un ambiente autónomo e independiente que modifica al sujeto, sin que él tenga injerencia sobre su condición. Situación que oculta el hecho de que el organismo desde sus primeras relaciones posee siempre la condición de ser persona, pues el organismo entabla relaciones que son

sociales (desde su concepción incluso), pero que en muchos grupos se materializa al momento de nacer y esta primera relación y condición es la de ser hijo de alguien incluso antes de nacer.

Según la propuesta de Ingold (1990) siguiendo la lógica de los sistemas de desarrollo, los procesos de desarrollo en los que se va configurando el organismo, implican elementos estables del entorno donde los demás humanos entablan relaciones (sociales mediadas por la cultura) que permiten que se conforme la conciencia, la conciencia del entorno y la de sí mismo, que se van materializando poco a poco en la interacción, donde se expresa una de las múltiples cualidades del organismo: y es la de ser persona. Aquellos elementos estables que se construyen en conjunto, tanto por el organismo como por aquellos que lo rodean, son el campo de la socialidad y sus contenidos, y estos como la persona y por tanto el organismo son el objeto de la antropología.

En términos de desarrollo de la conciencia, como lo observamos en los niños es muy claro como el organismo dotado de reflejos, en primera instancia, reacciones circulares, esquemas y después comportamientos voluntarios va aplicando este repertorio, dando lugar a los procesos de asimilación y acomodación que implican la adaptación que produce la transformación del entorno y del sujeto en un proceso de transformación mutua (Delval, 2004).

Un elemento clave para pensar al organismo persona es partir de una perspectiva topológica como propone Ingold. Poniendo el énfasis en que el organismo y la persona no son entidades que entran en un ambiente dado, sino que el ambiente y el organismo se van desarrollando de manera conjunta y continua. En una lógica relacional no es posible sostener una separación ontológica entre ambiente y organismo, ambos están dotados de *agency* y evolucionan juntos, en los términos de Ingold (1990 pp. 217) la evolución no debe ser vista en términos estadísticos, sino en términos topológicos. *El organismo y ambiente son dos manifestaciones de un mismo proceso: la evolución.*

Las posibilidades que se abren por la lógica relacional nos permiten palpar como la antropología de la persona puede ser pensada dentro de la biología del organismo, y ambas pueden ser entendidas en un marco único, que nos permite sortear la dicotomía de la modernidad con su naturaleza/cultura, biología/antropología, biología humana/antropología

cultural. Este modelo epistemológico nos permite unificar el discurso, los términos y la lógica para lograr una verdadera trasndisciplina y nosotros creemos que esta es una posibilidad real para intentar comprender los fenómenos humanos como es el caso de la resistencia física de los rarámuri.

V. La resistencia física de los rarámuri visto desde la biología relacional en un sistema de desarrollo

Griffiths y Gray (1994) ofrecen una definición sobre lo que son los sistemas de desarrollo, y estos consisten en: *-recursos que producen egresos de desarrollo que son establemente replicados en un linaje-*. En estos términos la resistencia física de los rarámuri puede ser entendida como uno de los egresos que son más o menos establemente replicados en los procesos de desarrollo de los rarámuri. Esto quiere decir que la resistencia de estas poblaciones puede ser vista como un producto de las relaciones de varios elementos de diferente índole presentes en los procesos de desarrollo de las personas de esta tribu, etnia o grupo humano.

Como dicen los autores (Griffiths y Gray, 1994) existen diferentes niveles o planos de relaciones y estos implican; los recursos persistentes, colectivamente generados, parentales, aquellos producidos en los procesos de desarrollo y los recursos autogenerados.

En este apartado intentaremos analizar estos elementos de manera general pensados como parte de los sistemas de desarrollo de los rarámuri, donde la entidad analítica de la persona será el eje guía para entender, cómo se construye en términos generales la persona rarámuri. Para ello seguiremos algunos trabajos realizados por Martínez (2007, 2009, 2012) Fujigaki (2009) y otros autores que han trabajado la población, así mismo nos valdremos de nuestras experiencias y observaciones de campo para pensar cómo se produce la resistencia física de los rarámuri como fruto de un sistema de desarrollo en un plano antropológico y ontológico. Por ello seguiremos la línea de los recursos que plantean Griffiths y Gray (1994) como guía para estructurar la explicación de los datos etnográficos que nos permitirán ver los elementos constantes dentro del sistema de desarrollo de los rarámuri, así como sus egresos, entre los que podemos encontrar la resistencia física.

5.1. Los recursos persistentes (el entorno)

Hay elementos que forman parte de los sistemas de desarrollo, y que no son generados, ni colectivamente, ni por el sujeto, pero que juegan algún papel y son parte de los sistemas de desarrollo, estos son los elementos persistentes. Son el contexto de la naturaleza, al que debemos añadir el tiempo histórico en que se vive. Entre ellos podemos encontrar el clima, la topografía y otras características físicas o geográficas de la Sierra Tarahumara, a las que algunos autores han señalado como la fuente de la resistencia física de estas poblaciones (Acuña, 2003,2005, 2007). Esto sin duda se debe a que dichas aproximaciones siguen reproduciendo los patrones de pensamiento Neo-Darwinista simple fijado en los genes, donde el ambiente sería el agente de cambio que produciría la selección natural. Es una especie de determinismo geográfico. En el texto de Acuña (2007) se pone énfasis en pensar que lo rudo del ambiente es la fuente de la resistencia, y al igual que en el trabajo de Basauri (1929) se plantea que la enfermedad, el frío, la distancia y lo agreste del paisaje basado en la carencia, son las fuentes que producen personas resistentes. Así se marca una asimilación del ambiente en la naturaleza de los rarámuri.

Estos enfoques tienen severas deficiencias, la más importante de ellas consiste en pensar que el ambiente físico, de las montañas, las barrancas y los bosques actúan en una vía unidireccional y de la misma forma para todos los organismos, olvidan que estos elementos del paisaje y del entorno no son algo que incida sobre las poblaciones humanas en términos brutos, o que las únicas vías de relación con el ambiente son aquellas construidas desde nuestra perspectiva.

El problema de estas posturas radica en su incapacidad para comprender que las relaciones del organismo-persona, son fruto de una relación, o más concretamente en la jerga de Ingold, son producto de una negociación que se produce mediante acciones en diferentes formas y niveles (Ingold, 2000), ya sea individual por medio del desarrollo en las relaciones particulares que hace la persona pero que nunca dejan de articularse con aquellas que se hacen de manera colectiva, mediadas por contenidos que son producidos por medio de las interacciones sociales entre las diferentes personas.

Si bien el clima es extremo, especialmente el frío, los suelos son pobres y la distancia que hay entre las tierras cultivables de la sierra son grandes, e imponen distancias largas que se

caminan regularmente por los rarámuri, las condiciones físicas no son una fuente por sí mismas y que de manera independiente favorezcan o desarrollen la condición física de los rarámuri, basta pensar en los mestizos que viven en la misma región para dar cuenta de que la geografía no es el factor, sino como se relacionan con esa geografía (Ingold, 2000). No es posible seguir reproduciendo el modelo Neo-Darwinista simplista donde el ambiente es el único agente que selecciona y modifica a los organismos de acuerdo a su estado o condición como brazo de una naturaleza fragmentada²⁰, mientras que ellos solo muestran conductas y patrones de ajuste. Es medular comprender que la generación del sistema persona/ambiente se produce por medio de la acción y es una acción bidireccional (Ingold, 2004) en la que ambos actores interpretan las acciones y producen un bucle que resulta en una epigénesis compartida. Esto permite pensar la relación con el ambiente y el paisaje desde una perspectiva ontológica. En el caso de los rarámuri la sierra no son montañas, árboles y pinos, sino que ese lugar es su hogar, ese lugar es el *kawi* o *gawi* (mundo).



Imagen 5. Ranchería de Naweachi, y pastoreo de chivas en Tucheachi

5.2. Los recursos generados colectivamente (la sociedad, el trabajo, las personas y el equilibrio)

El plano de los “elementos estables” en los sistemas de desarrollo como lo es el clima y la geografía ambos se articulan con el plano de los “recursos generados colectivamente” y otros tipos de recursos como los parentales y los autogenerados, pues muchos de los modos de

²⁰ Se vuelve fragmentada en el momento que borra al organismo como fuerza natural o agente de cambio en y de la naturaleza.

relación se establecen desde la colectividad, las convenciones y el consenso se dan en las interacciones y como fruto de la actividad de conjuntos de organismos, humanos y no-humanos.

Uno de los recursos estables construidos colectivamente entre los rarámuri se articula en el “complejo maíz-ganado” propuesto por Bennet y Zinng (1935), donde la modificación conjunta del ambiente se realiza a partir de la fertilización de los suelos pobres y arenosos de la región por medio del estiércol de las cabras (chivas), borregos y más recientemente vacunos y cerdos, que requiere la movilización de los corrales que se hace con frecuencia, y el cuidado y pastoreo de los animales. Este recurso genera cambios conjuntos donde los rarámuri modifican su entorno, pero también se modifican a sí mismos, influyen sobre sus cosechas y su alimentación, influyen sobre la vida y reproducción de animales y plantas, afectan su vida social y comunitaria, pues involucran a las demás personas en estas actividades, ya sean del núcleo familiar o no, como lo son aquellas con las que entablan relaciones de cooperación y reciprocidad como en el caso del *norawa* que se menciona más adelante.

En el núcleo familiar hacen que algunos miembros de la unidad doméstica como los niños y jóvenes de ambos sexos se incorporen en el cuidado tanto de las plantas como de los animales, donde estos últimos requieren de largas caminatas (que tienen una intensidad de ligera a moderada) que se realiza prácticamente a diario y son ingresos adecuados para influir en la condición física de los mismos como dan cuenta Pasquet y colaboradores (2005) y Balcázar y colaboradores, (2010) durante el pastoreo de los animales.

Es justo recordar que para los rarámuri los rebaños tienen una labor básicamente fertilizadora y no como recurso cárnico, pues en muchos casos para hacer *Yumare* la chiva que va a ser sacrificada es prestada por el *norawa*²¹ pues las cabras al ser un recurso, pero también un animal querido y protegido no son sencillamente sacrificados por sus dueños, y mucho menos para ser usados como recurso cárnico solamente, aunque eso resulta muchas veces

²¹ Término al que previamente hemos hecho referencia y que se puede interpretar de manera similar a compadre, pero que no empata con el término en otros campos semánticos, pues si bien establece una relación de reciprocidad no se basa en una figura de ahijado, sino de apoyo mutuo.

incomprensible para los visitantes, quienes no comprenden que los rarámuri no se coman a los animales teniéndolos a la mano.

Esta actividad es habitual y constante desde la niñez y si se quiere ver en términos pragmáticos, las caminatas recurrentes ayudan a generar un habitus (en los términos de Bourdieu, 1991) de tolerancia a la fatiga, así como a conocer un mundo que es amplio, que es familiar y que es caminable, que se vive en una condición correcta de soledad con tiempo para pensar y reflexionar como lo demanda su ética (Martínez, 2012).



Imagen 6. Mujer y niños transitando, y hombres trabajando haciendo una trinchera en (Naweachi 2010)

También desde la perspectiva de los recursos colectivamente generados se pueden incorporar las relaciones de trabajo articuladas en los plexos o redes de *teswino* que habría propuesto Kennedy (1963, 1970) y que expone de manera más profunda Martínez (2012). Estas redes suponen círculos de intercambio, que sobrelapan individuos y articulan relaciones que varían de individuo a individuo, donde circulan trabajo, alimentos y *teswino*, estas redes son fundamentales en los términos de lo que significa ser rarámuri, pues si bien rarámuri significa *gente*, en términos de ellos mismos la gente es quien trabaja y comparte o que vive y piensa como rarámuri, y estos elementos son centrales, sobre todos al hacer presente la diferencia con el *chabochi* (occidental o mestizo).

Estas redes de trabajo y bebida suponen una vía de articulación, y de hacer sociedad entre los rarámuri, pues en la distancia y la residencia cambiante que se articula con la topografía y la dispersión de las tierras, la recurrencia del contacto entre los iguales depende del asistir e invitar a los iguales a trabajar, comer y tomar. Esto establece un sistema de circulación de

productos, pues por un lado lo hace el trabajo que tiene como contraprestación los alimentos y el *teswino*, pero que a su vez implican la invitación a otras casas donde uno trabaja, come y bebe. Pero como dicen algunos rarámuri es también el espacio donde se conversa²². En las *teswinadas* fluye la socialidad, pues en ellas se forman y rompen parejas, pues puede ocurrir la infidelidad, se afianzan relaciones de amistad, se expresan conflictos y agresiones, se llora y se ríe. Asistir y hacer *teswinos* es una de las vías donde se hace la vida social. Se hace *teswino* y se asiste, aunque hay algunas personas que hacen más frecuentemente *teswinadas*, lo que implica exponer su estatus social, (Martínez, 2012) también produce una redistribución de las riquezas y los excedentes de las cosechas y otros recursos que son puestos en circulación, en la sociedad y en los términos rarámuri (Bonfiglioli C., comunicación personal).

Las *teswinadas* de trabajo en el campo implican pischar, construir y mover corrales o hacer alguna casa o trinchera entre otras cosas, y se organizan cuando se requiere hacer algún trabajo y se tiene los recursos para ello, mientras que en el caso del trabajo ritual que puede ocurrir de manera similar e invitar a la gente a danzar y tomar, pero puede incluir algunas variantes en la dirección del intercambio, que también se puede establecer por medio de la circulación de la pata del animal sacrificado, que es entregada a una de las personas y que se ve obligado a hacer fiesta posteriormente (S. Palma, primavera 2010).

5.3. La naturaleza del trabajo entre los rarámuri

El trabajo que como dice Martínez (2012) refiere toda actividad o esfuerzo físico (*nochári* o *nótzari* en otras variantes) supone la actividad de la gente en diferentes formas, algunas de ellas y las más relevantes son: el trabajo en el campo, especialmente en las tierras propias que suelen transmitirse como un recurso parental, también el trabajo ritual en sus diferentes formas, como hacer *yímare*.

Entre los rarámuri es necesario trabajar sus tierras, un rarámuri que no trabaja sus tierras no es bien visto. También hay que curar sus tierras y a sus familias, esto implica estar inmerso

²² Pues es en este lugar donde se hace un intercambio más profundo, pues en el día a día raramente se platica a no ser en un encuentro casual en los caminos, donde una charla breve muy superficial se observa normalmente

dentro de un sistema cosmológico que estructura el universo en ciertos términos y una articulación particular con una deidad en particular (*Onorúame*). Así mismo hay que trabajar como grupo y ayudar a los demás en el trabajo de sus tierras y en el trabajo ritual, que es la danza en las diferentes fiestas; tanto en las de patio como en las de la iglesia (siguiendo la clasificación de Pintado, 2008).

El trabajo ritual implica los diferentes elementos para organizar las fiestas, que van desde la recolección y preparación de los alimentos y el *batari* o *teswino* (generalmente hecho por las mujeres), pero el trabajo más importante con el que apoyan los asistentes o personas que ayudan en la fiestas es la danza, que es un elemento sacrificial donde se “acompaña al cantor” que es uno de los elementos centrales de las fiestas, que junto con el componente anímico que ofrece el chivo, vaca o gallina (por medio de sus sangre y órganos cardiovasculares) que es sacrificado, integran la ofrenda (Fujigaki-Lares, 2009). Una ofrenda en que se comparte con dios (*riosi*, *Onorúame*), con los rarámuri y con otros seres como el diablo (*Riablo*).

A la par de las fiestas de patio (ya sea para pedir o dar gracias y curar), los datos de Fujigaki-Lares (2009) y los que nosotros también pudimos apreciar en nuestra experiencia de campo, es que una de las vías para ser reconocido como persona es por medio de la participación en las fiestas de la iglesia, en por lo menos tres años seguidos (un periodo de cargo ritual que dura tres años), ya sea en los matachines en otoño-invierno y los pintos en semana santa (primavera). Así mismo se debe aspirar a llevar un cargo como es el de “la bandera”, o un “tambor” que son cargos de responsabilidad y organización, pues son la figura encargada de propiciar las condiciones para que se realice la fiesta, pues el abanderado con el apoyo de los tambores, los familiares y allegados son los encargados de reunir a sus grupos de danzantes en sus respectivos “ranchos”, llevarlos a la iglesia, darles albergue, comida y *teswino* durante y al final de la fiesta.



Imagen 7. Baile de “matachines” (octubre) y “pintos” (semana santa, foto de Francisco) en Norogachi

El acceso a estos puestos depende de, y manifiesta las redes de apoyo, pues el grupo propone a las personas, estas deciden si aceptan o expresarán sus impedimentos y se les da el visto bueno del gobernador (*siríame*). En estos términos, el trabajo es una de las vías generadas por los rarámuri para exponer la faceta de la persona como miembro del grupo que se basa de manera importante en la colaboración y el trabajo.

Siguiendo la idea levistraussiana de que el evento donde se materializan y actualizan los contenidos míticos y de la práctica cotidiana social es en el ritual (Bonfiglioli C., comunicación personal). Uno de ellos donde se expresa la importancia del *teswino*, sin olvidar que el beber va acompañado del trabajar, y que el trabajar y el beber en los rarámuri son dos elementos y mecanismos muy importantes en sus formas de socialidad, se puede encontrar en el rito de paso denominado como “bautizo de fuego”, o *morema*. Ángel Acuña (2007) realiza una descripción y compilación de datos etnográficos sobre este rito en el capítulo 3 de su trabajo (ritos de paso). Donde se refiere que cercano al nacimiento en términos de días semanas o meses dependiendo de las variaciones se hace un ritual de curación, entre los padres, los compadres y el *owirúame* (chamán curador). En dicho rito se le da el nombre al niño o niña y se establece la relación de compadrazgo para el cuidado del niño en caso de ausencia de los padres. Así mismo el niño establecerá una relación propia con el *owirúame* y con la deidad *Onorúame* (el sol, dios, el padre de todos los rarámuri) obteniendo a la vez un nombre y una relación que es algo sobre lo que volveremos más adelante. En esta relación obtendrá la filiación parental divina y la guía espiritual de ambos seres (dios y el curador), quienes junto con sus padres y/o padrinos serán los encargados de instruir a la persona en su camino (vida) (Martínez, 2012), lo que consolida algunas de las

principales labores parentales en términos rituales. En dicho rito se realiza la quema de los hilos, mismos que unen las almas del niño o niña con la otra existencia, algunos refieren los cuernos, aunque esta última acepción es más acorde con el rito católico. La función de este ritual es integrar y proteger al nuevo ser en este mundo, de los seres que habitan la naturaleza y la sobrenaturaleza que están integradas en la ontología rarámuri. Este ritual también busca generar condiciones para que se desarrolle una persona que adopte de manera adecuada la forma de vivir del rarámuri. Siendo una persona que no tienda fácilmente al enojo y que acate las normas, al cortar el vínculo con la otra existencia se controlan las relaciones con el mismo y se evita que se vaya a volver un *lowiame* o loco, concepto que es revisado en extenso por Fujigaki y Martínez (2012). En este rito es cuando al niño se le da a probar por primera vez en la vida el *teswino* o *batari*, lo que implica establecer el vínculo con el creador por medio de esta bebida sagrada por medio de la cual habrá de establecer los nuevos vínculos de trabajo con los otros rarámuri a lo largo de toda su vida.

5.4. Trabajo y afinidad (recursos parentales y autogenerados)

Como se puede ir viendo los recursos de los sistemas de desarrollo no se pueden pensar en una sola escala, pues son producto, a la vez que afectan diferentes esferas, pues evidentemente las escalas, son una estrategia epistemológica más que una realidad, en este caso la lógica de los sistemas de desarrollo parte de un enfoque relacional, por lo que no hay un problema al extender una visión topológica en el plano de los recursos de desarrollo, pues todos los recursos se integran en los procesos de desarrollo, que son la secuencia o articulación dinámica donde emergen los sistemas.

En esta articulación, los recursos generados colectivamente, los parentales y los autogenerados (por el organismo), se pueden materializar de manera importante en las dinámicas de trabajo en los rarámuri. Pues colectivamente se establecen las vías de trabajo, sus formas y procesos de significación.

Los recursos de la herencia y parentales, más allá de la información genética y los factores ligados a la crianza, están aunados a las implicaciones de la generación de la persona, que implican el cuidado y respeto de las normas de la forma de vida rarámuri, mismas que son

llevadas por los padres y padrinos, de la mano del curador (*owirúame*) y el padre divino (*Onorúame*) a las que hicimos alusión hace dos párrafos.

Uno de los recursos más importantes en términos parentales son las relaciones y los bienes que heredan los padres, que a su vez viene de sus abuelos, que generan algunas vías de asociación, pues ellas definen la proximidad con ciertas personas (los parientes) y la ubicación de los ranchos o tierras, mismos que establecen algunas vías de afinidad posibles pero que pueden ser o no desarrolladas por la persona.

Los parientes en muchos casos llegan a formar parte del grupo de los afines que trabajan en conjunto, pero por otra parte la persona también es una fuente importante en la generación de relaciones que expresan afinidad y compañerismo (recursos autogenerados). Pues la proximidad generada por las redes de trabajo es un espacio donde la persona tiene un alto grado de *agency* o injerencia en la propiciación o cancelación de relaciones que no necesariamente están acotadas por el parentesco ni la proximidad geográfica o física, sino por la acción de la persona.

En estas condiciones, el principio de afinidad o seres afines juega un papel fundamental entre los rarámuri y la construcción de las relaciones sociales, por tanto, de la persona. Pues si bien en muchos casos las líneas de parentesco propician que algunos hermanos y primos se relacionen en grupos de afines, en otras tantas ocasiones las relaciones se establecerán con individuos de la misma ranchería o de alguna otra ranchería, donde la persona propicia y genera sus propias relaciones de afinidad.

Estas relaciones de afinidad pueden estar influida por factores generacionales, pues las personas generalmente trabajan con otras de edad similar, aunque no es una condición excluyente para trabajar con personas más jóvenes o más maduras. Es importante recalcar que el factor social y la afinidad en el trabajo resulta de suma importancia, pues en algunos casos la ausencia de algunos de sus compañeros más cercanos puede ser un factor para que algunos pierdan la motivación o decidan no colaborar en ciertas actividades, como en el caso de “A.G.” que nos refirió que básicamente ya no bailaba matachines desde que uno de sus amigos más cercanos con quien siempre bailaba tuvo problemas y desde entonces ya no ha querido participar en los bailes, o en el caso de F.G. quien a pesar de habitar en el rancho de *Basigóchi* prefería trabajar y bailar con personas de otra ranchería cercana con quienes decía

“acostumbra bailar y trabajar”. Estos ejemplos reflejan como las dinámicas de trabajo dependen en gran medida de las relaciones y la motivación que ejercen los afines para involucrar a los sujetos en el trabajo doméstico y ritual²³.

Otro elemento que ilustra el papel de las relaciones y la posibilidad de generarlas, es la apertura a la posibilidad progeneracional²⁴ del individuo en los términos rarámuri, es el engranaje que hay entre la posibilidad de generar relaciones y el permiso que da el padre a los hijos e hijas para poder tomar en los *teswinos*, que a su vez despliega el carácter dividual (Strathern, 1988) de las personas al propiciar la posibilidad de generar facetas en grupos y relaciones particulares.

En términos de recursos parentales, es justo mencionar que la afición a la bebida o concurrencia a los *teswinos* por los padres y como se desenvuelvan en ellos y sus comportamientos, son situaciones que pueden influir positiva o negativamente en las actitudes de los hijos ante dichas reuniones.

El poder tomar implica que el hijo o hija ya ha alcanzado la edad suficiente para consumir bebidas alcohólicas, pero también para todo lo que implica y se asocia, entre ellos destaca la posibilidad de involucrarse en grupos familiares y generar sus propias redes de relaciones, pero sobre todo se abre la puerta a la posibilidad de poder formar sus propias redes de *teswino*, con ello se abre también la posibilidad de salir de las relaciones de trabajo que eran solamente familiares o articularse solamente como parte de ellas, para poder generar aquellas de afinidad no-familiar y en otras direcciones. El poder tomar *teswino* en los términos rarámuri es también la apertura para generar las relaciones de trabajo y bebida propias.

En estos términos se puede apreciar como la construcción de la persona, depende de las vías de afinidades heredadas y construidas que se articulan por medio del trabajo, mismas que se basan fundamentalmente en relaciones, por lo que se podría recurrir al concepto de

²³ Cabe mencionar que para nosotros puede existir diferencia en el término doméstico y ritual para su interpretación, pero en la ontología rarámuri tanto el trabajo doméstico como el ritual son parte de un mismo nivel de trabajo.

²⁴ Usando este término que refiere constantemente Ingold para poner énfasis en las relaciones que produce el sujeto en una vía social u horizontal que se diferencia del término “generacional” que hace alusión a la herencia o las relaciones filiales o verticales.

*dividualidad*²⁵ propuesto por Strathern (1988) para entender la construcción de la persona entre los rarámuri, en oposición a lo individual o que no se puede dividir de occidente. Aunque siguiendo a Smith (2012) no sería coherente poner como única condición la noción de *dividualidad* como característica diferenciadora y esencial de la construcción de la persona y las relaciones entre los rarámuri, pues la *dividualidad* no es una condición exclusiva de los “otros” o los “no modernos”, pues como dice este autor, la *porosidad* es una condición compartida por todos los seres, y es la vía para devenir en personas, pero en el caso occidental las convenciones sociales intentan producir una vía de generación de la personalidad *taponeada* o “*impermeable*”, lo cual es una condición adquirida, y lejos de que el individualismo tenga una condición ontológica, y verdadera esta última es fruto de una línea de pensamiento centrada en una convención que se basa en la obviación fragmentadora de la generación de la persona en y con una existencia individual (planteado sobre los términos de una antropología coyote de Wagner 2010). Pero en el caso rarámuri la diferencia o la particularidad sobre la que se generan sus procesos de desarrollo, es que ellos se basan en una apertura ontológica que abiertamente acepta y promueve los recursos generados personalmente como parte de un colectivo, donde la articulación de la vida social por medio del trabajo (incluyendo el doméstico y el ritual), el deporte y el consumo de bebidas alcohólicas se articulan en actividades comunes, y mediadas por la capacidad del actor para generar sus redes, siendo esta la vía socialmente establecida (la de la multiplicidad), en la que la persona encuentra las vías para construir el “ser” o la persona. Pero este “ser” es un “ser dialógico” (Smith, 2012) basado en las relaciones de trabajo-bebida dentro de las redes de *teswino* (Kennedy, 1963).

²⁵ Entendiendo como *dividual* la categoría de contraste no-moderna frente al individualismo occidental, que parte de un enfoque relacional usado en diversos grupos, especialmente entre los melanesios, donde la condición de la persona está dada por las relaciones que entabla, por lo que no se considera al sujeto como una entidad estable y fija, sino como una entidad contingente y cuya condición deviene por el conjunto de relaciones que establece.



Imagen 8. Hombres bebiendo *teswino* al día siguiente de haber bailado “matachines” en Norogachi (octubre 2013), y mujeres platicando y bebiendo *teswino* aparte.

Un ejemplo muy claro de esta condición porosa universal que se empareja con la lógica *dividual* de la construcción de la persona enfáticamente expresa en los rarámuri, se puede reconocer en el papel que juega el nombre, su multiplicidad y sus cambios dependiendo del contexto permite reconocer que hay una construcción de la persona abiertamente basada en las relaciones, pues entre los rarámuri el nombre con que uno es conocido cambia dependiendo del contexto o grupo (Martínez, 2012), tal es el caso de la adquisición de un nombre que surge de la relación con la divinidad y el curador en el *morema* (bautizo de fuego), o un ejemplo hipotético donde Carlos Arturo, quien en las relaciones del contexto católico suele ser conocido como Carlos, en otros espacios con algunos familiares es Arturo, pero en otros lugares puede auto-asignarse otro nombre como Andrés, por el que es conocido y reconocido por el grupo en que se presenta como tal sin representar conflicto para él ni los demás. Ello hace evidente una existencia múltiple que es socialmente aceptada y estructurada entre los rarámuri.

Estas consideraciones son fundamentales para entender cómo se integra el concepto de persona en los sistemas de desarrollo rarámuri, y porque es una categoría fundamental como lo propone Ingold (1990) ya que expone la sociabilidad y socialidad de los organismos y sus similares, afectando esferas que se piensan como entidades de orden netamente biológico como es la capacidad para desarrollar actividad física. Por ello resulta trascendental prestar atención a las ontologías de los grupos, ya que estas son las vías de relación con la naturaleza y la sobrenaturaleza (Martínez, 2009).

Esta relacionalidad o porosidad, es fundamental para los rarámuri en otros niveles también, como claramente los establece la articulación de la salud individual, colectiva y la de la deidad y el cosmos.

5.5. Equilibrio, salud y estados de ánimo

El trabajo en el caso de los rarámuri también guarda una relación especial como modificador a la vez que índice del estado anímico, y del estado de equilibrio que se requiere para producir la salud, pues hay una relación mutua entre el estado de las almas, su articulación con el cuerpo y el ánimo del sujeto, como hace referencia Martínez (2007), quien explica como en la lógica rarámuri se establece, que el estado de salud tiene una correspondencia con la condición que guarda el alma, y su estado de permanencia en el cuerpo así como su integridad, en donde la persona tiene una alta injerencia por medio del mantenimiento o búsqueda de ciertos estados donde el trabajo resulta ser un eje fundamental. Así mismo la autora expone que también, estados como en el sueño es cuando salen las almas a caminar y como en algunas situaciones pueden ser dañadas llevando a la enfermedad. Pero es de gran importancia manifestar como hay una dependencia entre el estado de ánimo y la salud del sujeto, haciendo referencia a los estados de tristeza y alegría (*Omona* y *Raisa*) articulados con las condiciones de desánimo y ánimo, enfermedad y salud. Pues el estar contento es un estado que guarda una estrecha relación con la capacidad para desarrollar trabajo. De igual manera el trabajo es una condición que propicia la alegría y esta a su vez la salud. Mientras que un sujeto que está triste tiene poca disposición para trabajar, el no trabajar propicia la condición de tristeza a su vez, lo que favorece el escape de las almas y su subsecuente daño. Por lo tanto, para el rarámuri el estado de alegría y salud y su articulación con el trabajo son elementos que se consideran favorables. Así mismo dicha autora, citando el trabajo de Merrill, trae como evidencia los llamados constantes que frecuentemente hacen los *siríame* (gobernadores) en los *nawésari* (sermones) hacen el llamado a trabajar y mantenerse contentos, así mismo cuando hay algún discurso o alguna plática de una persona mayor o aquella que es buena para hablar, se hace el llamado regular a buscar y mantener tal condición.

Es muy frecuente escuchar que cuando uno danza y trabaja también se hace referencia a que “uno está contento” y se alegra al realizar la actividad. Mientras que se observa que el trabajo y las labores que se realizan suponen que hay que tener un buen ánimo para conseguir las, pues cuando alguien recibe un cargo como ser abanderado o quiere organizar algún trabajo, y en alguna parte del proceso abandona su encargo, regularmente se dice que se puso “triste”, sin saber directamente cual fue la razón, pero el vínculo entre mantener un buen ánimo y conseguir el desarrollo de la actividad es un referente común entre los rarámuri con quienes convivimos.

En la lengua rarámuri es notable la articulación entre el estado anímico, la salud y la condición de trabajar, basta citar el ejemplo con que se busca animar a las personas para continuar con un trabajo o un cargo, donde se les dice “*Ké- Sewéka*” “no estés triste” o “no pierdas el ánimo”. De manera semejante, a los corredores sus compañeros o los observadores de la carrera les gritan “*Ké- Sewéka*” para animarlos. Los campos semánticos en la lengua hacen notar que un buen ánimo es necesario para vivir y trabajar, pero por medio del trabajo también se propicia el buen ánimo. Otro ejemplo refiere a que muchas ocasiones el hacer un trabajo lo hace a uno estar contento, como en una ocasión J.V.- platicaba sobre el baile de pintos en Semana Santa, donde en la charla surgió la expresión *-entonces uno se encuentra cuando baila-* mostrando la articulación regular de *contentarse* cuando se realiza una actividad.

En este respecto al parecer le ha tomado demasiado tiempo al pensamiento occidental articular el estado de ánimo y la condición del cuerpo, el papel de la risa y la capacidad para sanar, así como la tristeza y la depresión en la reducción de la respuesta inmune, para nosotros la convención que separó el alma y el cuerpo provocó que hasta fechas muy recientes articuláramos nuevamente los estados de salud, estado de ánimo y actividad física, cuando en los rarámuri esto no ha pasado, para ellos siempre han estado juntos, pues refiriendo una idea de Latour que lleva al título de uno de sus textos, ellos *nunca han sido modernos*.

Para los rarámuri no ha sido necesario separar el arriba y el abajo (a la divinidad y a los hombres como dice Latour, 2007), por ello una de las mayores funciones del trabajo es la de mantener el equilibrio, pues tanto el trabajo de la tierra y especialmente el trabajo ritual permiten que el mundo mantenga su condición y estado adecuado para la vida, pues la

articulación del estado de ánimo individual y colectivo se articula con el estado de ánimo de la deidad, *Onorúame* (el que es dios, el padre de los rarámuri, el Sol). Así se mantiene un vínculo de interdependencia en la relación que guarda con sus hijos los rarámuri. El trabajo, los rituales y las danzas tienen el fin de contentar a los rarámuri pero también de alimentar a *Onorúame*, lo que lo mantiene de buen ánimo y le ayuda a continuar su camino para recorrer todos los días la bóveda celeste, pues el Sol al igual que los rarámuri, camina, y con su actividad mantiene al cosmos en equilibrio. Si los rarámuri dejaran de trabajar y se pusieran tristes, el sol mismo también podría perder su alegría, enfermarse y sus fuerzas para andar su camino, lo que llevaría al colapso del mundo.

Martínez (2010) dice que el camino es la forma rarámuri para pensar la existencia, caminar es existir, mientras que la forma del camino y su rumbo lo establece la colectividad y la deidad planteando la forma correcta de caminar y de ser rarámuri. En términos generales no todos los rarámuri son los incansables corredores, pero suelen ser muy buenos caminantes, o caminantes más eficientes o aguantadores que los *chabochis*. Socialmente el trabajo es la vía de existir, pero también caminar y contemplar es la vía para comprender el mundo como dice Martínez (2012). No nos debe extrañar que la metáfora comúnmente empleada por los rarámuri nos remita al camino y al caminar, pues es una actividad muy regular y en términos generales una de las principales vías para relacionarse con su mundo, como dice Ingold (2004b) el mundo se construye por medio de la actividad, entre los rarámuri la actividad de caminar es una vía privilegiada que se extiende a la condición de vivir y de andar por el mundo (Martínez 2012).

Desde pequeños los niños caminan y corretean en los trayectos que se recorren regularmente y toda su vida caminarán, ya sea despiertos o en los sueños: caminar es la vía de articular lo social, de ir y venir en los entramados de las redes de trabajo, pero también es la vía para recorrer su mundo. Esto es muy claro en la percepción de la distancia y del entorno. Cuando comparamos las percepciones de los rarámuri, los mestizos y los turistas visitantes encontramos notables diferencias, pues si bien para el turista la sierra es enorme y no hay una idea de dónde queda cada lugar, para el mestizo las distancias suelen ser importantes, se ubican y saben de los lugares, pero no resulta importante y necesario caminar, pues sus redes sociales se extienden generalmente al pueblo o los centros urbanos a los que se va en camión

o camioneta, mientras que para los rarámuri las distancias que nos parecen grandes resultan no serlo tanto de acuerdo a su experiencia con el entorno, lo que también es una experiencia clave para generar su resistencia física. Para la mayoría de la población mexicana, una caminata de 40 Km en un día no es menos que una hazaña, para muchos niños y jóvenes rarámuri y sus padres es algo que se hace al menos dos veces en el fin de semana, que es para recoger a los niños en los internados y llevarlos a sus ranchos. El comentario de LG, una niña de 11 años que nos decía que el siguiente poblado estaba cerca, pero que para nosotros podría parecer lejos, hace evidente que para ellos es algo muy normal, es algo cotidiano, y en términos relativos siguiendo las referencias que hacen Paredes y *col.*, (1970) es, que muy claramente los rarámuri son caminantes excepcionales, pero algo que también sucede es que nosotros hemos desarrollado una increíble capacidad adquirida para no caminar en las sociedades industrializadas, la pérdida de ese espacio de relación con el entorno y esa puerta a la reflexión que comúnmente se encuentra en el caminante y el corredor.

Siguiendo a Wagner en la noción de la naturaleza dialéctica de la generación del conocimiento propio y del otro que se hace por medio de “la invención de la cultura” claramente salen dos situaciones a la vista, y una de ellas ponen el énfasis en nuestro sedentarismo, mientras que el otro pone el énfasis en la posibilidad que abre la socialidad rarámuri en las generación de una condición física particular que nos ayuda a entender su resistencia regular, pero el otro elemento que sigue estando presente es la asociación que se hace sobre este grupo es su capacidad para correr como una condición inherente a la pertenencia a dicho grupo, este elemento lo tocaremos brevemente en el siguiente apartado yo corregiría la frase de Ángel Acuña y yo no diría correr para vivir, yo diría que para definir mejor la condición rarámuri deberíamos referir que el rarámuri “vive caminando y camina la vida”.

5.6. Carreras y corredores

Los intercambios y el antagonismo entre los ranchos rarámuri también se puede ver expresado en las apuestas y las carreras donde fluyen y se busca incrementar los recursos comunitarios, sobre este tema Rodríguez-López (1999) ha escrito, y en dicho texto articula el papel de las carreras como un elemento integrador y propiciatorio del intercambio

antagónico entre los rarámuri, aunque pone mucho énfasis en la comunidad, mientras que como hemos visto en el caso de los rarámuri los movimientos se generan a diferentes niveles y el papel de la persona y el trabajo es crucial para entender su estado y productos de desarrollo como la resistencia física.

Ser ligero o ser un buen corredor es una condición que algunos rarámuri poseen, **pero no todos son excepcionales corredores**, aunque si queremos saber cómo surgen los corredores tradicionales de *rarájipari* y *rowea* y su capacidad para correr, una buena parte de la pregunta se debe enfocar sobre el sistema de selección deportiva que tienen y como se van decantando los mejores corredores desde la niñez hasta la vida adulta, esto nos permitiría ver como desde temprano se seleccionan a los buenos corredores, quienes por medio de sistemas de competencias van desarrollando sus destrezas y conociendo sus limitaciones, para finalmente encontrarnos a los mejores corredores en las grandes carreras. Lo que sin duda pone en la mesa que los grandes corredores no son el fruto de una condición intrínseca de ser rarámuri, sino a un sistema de selección, que entre personas que disfrutan y aceptan el esfuerzo físico como parte fundamental y necesario para la vida, aquellos con los mejores atributos poco a poco se seleccionan encontrando a los mejores con un sistema de selección deportiva al que solo en sueños pueden aspirar los órganos deportivos de este país y otras naciones.

Si bien las carreras de bola (*rarájipari*) o ariweta (*rowea*) son el deporte más popular de este grupo, a cuyo origen dedica un trabajo Pennington (1970), además de que entre los rarámuri hay otros deportes, muchos de ellos no tan conocidos, mismos que son presentados por Acuña (2007) quien les dedica un espacio en su obra.

Sobre las carreras en el contexto de competencia entre comunidades es claramente un deporte que se disfruta y se contempla con mucha emoción, pues como nos comentaba un corredor, la experiencia de ir a ver una carrera “es como cuando los domingos en Norogachi se va a ver un juego de básquet” (se divierte uno y se compite). Situación que nos deja ver que en la actualidad o una faceta de las carreras son claramente deportivas en tanto hay un contexto de competencia, pero no es raro encontrar que las carreras de bola juegan un papel importante también en el contexto ritual, pues no es raro escuchar que en algunos relatos se menciona que el *owiruame* o médico tradicional, llega a solicitar que dentro del ritual de petición de lluvias se organice una carrera. La pregunta que nos surge a los occidentales es ¿cómo se

articula deporte y ritual? La respuesta se encuentra en que la carrera y el esfuerzo invertido en ella tiene un sentido similar al sacrificio que se hace cuando se danza como plantea Fujigaki-Lares (2009), donde el danzante se vuelve la víctima sacrificail y ofrece su “*iwiga*” (componente cardiovascular y respiratorio) y el desgaste generado como la ofrenda y el recurso que “conmueve”²⁶ a la deidad, en este caso a dios para que dé la lluvia. Esta afirmación se ve claramente expuesta en el testimonio de Juan Gardea (rarámuri de Norogachi, en: Moreno-Salinas (2014)) quien refiere que “...que en un principio (*las carreras*) era como una ofrenda al Creador para solicitarle agua... (pág. 39, cursivas nuestras)”. Por ello no debemos perder de vista que el esfuerzo físico es un elemento que debe ser pensado dentro de la ontología de dicho grupo, permitiendonod ver que las carreras en un contexto ritual son otra de las manifestaciones donde el esfuerzo y el trabajo son elementos que les permiten a los rarámuri actuar y mantener la vida, así como el orden y estado del cosmos.

En los siguientes capítulos evaluaremos los aspectos de orden físico y como se expresan y se han modificado con el tiempo y las dinámicas sociales. Esto intenta apoyar la investigación sistemática sobre los efectos que tienen los cambios sociales y culturales en los que se ven inmersos los rarámuri y las relaciones entre sociedad y el organismo que componen al organismo–persona.

Pero para cerrar este apartado nos parece justo recordar algunos puntos que se han planteado a lo largo de las páginas anteriores que tiene el fin de hacer notar el papel que juega el sistema de desarrollo en el que están inmersos los rarámuri, donde el trabajo y el esfuerzo se encuentran en un sistema donde la combinatoria de elementos persistentes como la geografía, otros colectivamente generados como el sistema maíz-ganado, y las redes de *teswino*, permiten que los organismos entablen relaciones parentales dentro de un entramado familiar, con una geografía particular. Pero que en la cotidianidad inscriben al organismo en un marco interpretativo donde se manifiesta como persona enmarcado en las vías de lo que es ser un buen rarámuri. Donde los hijos e hijas acceden a los contenidos culturales por medio de la acción cotidiana donde la vida ritual forma una parte importante. Por ello un elemento clave para pensar la resistencia física rarámuri es el trabajo y el esfuerzo que se expresan en las

²⁶ En el sentido propio del término que es el de mover a otro en un camino o cauce o estado similar.

redes de *teswino* para beber y trabajar mismas donde se moldea y surge la persona. Todo ello imbricando en los procesos de desarrollo en los que crecen y se forman los rarámuri, produciendo sus sistemas de desarrollo, donde no podemos encontrar más naturaleza y cultura compartimentadas, sino que ambos son parte de una naturaleza, una naturaleza que es cultura y una cultura que moldea una naturaleza, ambas tienen ahora una condición topológica, son parte de un sistema que no las separa pues ambas son una misma cosa. En estos términos desde nuestra óptica hay una biología que integra a la antropología en un discurso.

Los resultados más importantes de este apartado es hacer notar una invención mutua (rarámuri-nosotros) y una no modernidad de ambos, pero los efectos de una socialidad particular siempre han escapado a nuestra vista cuando dispositivos como naturaleza/cultura, nature/nurture, salvaje/civilizado, o primitivo/moderno han sido los medios privilegiados para responder preguntas como es el caso del origen de la resistencia física de los rarámuri. La ontología naturalista y el narcisismo occidental como catalizadores convencionalizantes dejan ver sus efectos en la ceguera operacional que han producido en la ciencia. Vale mucho la pena pasar del pensamiento poblacional al relacional, y vale la pena pensar en el desarrollo como un proceso con múltiples ingresos de información en una actividad interpretativa donde surgen tanto los organismos como el ambiente. Si queremos entender como son los organismos rarámuri, no debemos pensar en los rarámuri o su ambiente, sino en el sistema de desarrollo donde se generan ambos, y esta es la ontología rarámuri.

VI. Observaciones fisiológicas (otra mirada)

6.1. Capacidad cardiorrespiratoria y sus relaciones con la salud

Una de las vías para abordar el fenómeno de la resistencia física rarámuri es evaluar en términos comparativos su condición física y establecer si hay diferencias entre los rarámuri con otras poblaciones y explorar algunos elementos que se pudieran articular con la misma y sus cambios. Esta es la tarea que nos proponemos desarrollar en este apartado.

Uno de los principales indicadores de la aptitud física es la capacidad cardiorrespiratoria, (CRR) misma que se define como: *El componente de la aptitud física ligado a la salud que se*

relaciona con la habilidad de los sistemas circulatorio y respiratorio para abastecer combustible durante la actividad física sostenida y para remover los desechos producidos durante la misma que producen fatiga (Caspersen, y col. 1985, p: 129).

El mejor indicador y más comúnmente aceptado para ver y medir la capacidad cardiorrespiratoria es el VO_2 máx que cuantifica la capacidad para consumir oxígeno por un individuo a una intensidad máxima, esta última está definida por la capacidad de trabajo máxima que se puede ejecutar. La capacidad de trabajo máxima se ha establecido en términos generales como la frecuencia cardíaca máxima que puede alcanzar un sujeto, estableciéndose de manera general como $220 - \text{la edad del sujeto}$, aunque existen cuestionamiento respecto a la construcción de dicho valor, y se han propuesto diferentes ecuaciones para estimar la frecuencia cardíaca máxima (Robergs y col 2002).

El VO_2 máx es un indicador útil para estimar la capacidad física, y un elemento clave para evaluar la resistencia de un sujeto o grupos de sujetos. Es importante subrayar que la resistencia física no puede ser estimada solamente por este indicador, pues hay elementos psicológicos y de otros órdenes que se articulan para explicar la resistencia física, pero este indicador nos da información útil y relevante para conocer las capacidades que tiene cada sujeto para desarrollar actividad física.

En algunos casos no todo depende de tener elevados valores de VO_2 máx solamente, pues sostener ciertas actividades con un mayor porcentaje de su VO_2 máx puede ser tan benéfico como tener un nivel alto del mismo, aunque esta capacidad generalmente se consigue con el entrenamiento (Willmore y Costill, 2007). Y si bien el entrenamiento consigue aumentar también el VO_2 máx, se considera que una gran parte del valor límite del VO_2 máx alcanzado por el sujeto tiene un alto peso genético (Bouchard y col. 2000).

En la práctica deportiva, la medicina y otros contextos, la asociación entre la capacidad de un sujeto para desarrollar pruebas de resistencia se encuentra altamente asociada al VO_2 máx. Por estas razones este indicador resulta importante en el estudio de las capacidades físicas de algunos grupos humanos, en este caso los rarámuri. Así mismo se ha establecido un nexo importante entre la capacidad cardiorrespiratoria y el riesgo de morbi-mortalidad tanto en hombres como en mujeres independientemente de otros hábitos de riesgo como el tabaquismo por ejemplo (Blair, y col. 1996).

Los cambios en los hábitos de alimentación y especialmente en los niveles de actividad física y el estado nutricional, han ocasionado que incluso en grupos de jóvenes se observen diferencias en los niveles en la capacidad cardiorrespiratoria independientemente de otros rasgos como la afinidad étnica que estos tengan (Pate y col., 2006). En países como los Estados Unidos de América los cambios en la forma de vida muestran un descenso en la proporción de jóvenes con una capacidad cardiorrespiratoria que se considera adecuada, cuando una capacidad cardiorrespiratoria por debajo de ciertos niveles se ha asociado con riesgos importantes para la salud (Gahche y col. 2014). En este apartado se evalúan los niveles de la capacidad cardiorrespiratoria en adolescentes rarámuri y mestizos comparando ambos grupos para determinar si hay diferencias en la capacidad cardiorrespiratoria, así mismo se quiere saber cómo se articula la capacidad cardiorrespiratoria con su forma de vida, y se busca evaluar las asociaciones con algunos indicadores de salud en estos grupos.

6.1.2. Técnicas y participantes

6.1.2.1. Participantes: Por razones de peso estadístico en este apartado las principales evaluaciones se realizaron en varones, mismos que provienen de las colectas hechas desde 2010 hasta la primavera de 2014.

Para estos indicadores la muestra está constituida por 97 personas (53 mestizos y 44 rarámuri) con una edad promedio de 16.7 años (± 1.53) con un rango de entre 11.6 y 19.4 años, algunos del grupo de rarámuri son más jóvenes, aunque el promedio de edad no llega a ser distinto (16.8 vs 16.3, $p = 0.07$).

Ambas muestras fueron tomadas en el municipio de Guachochi, en los poblados de Guachochi, Norogach y Muracharachi. Al interior de los bachilleratos; CEB7/1, Cbta 170, tele-bachillerato y secundaria de Norogachi y el albergue de Muracharachi.

Se pidió permiso a las autoridades escolares, locales, y especialmente a las autoridades tradicionales en el caso rarámuri. Todos los participantes fueron invitados a participar en el estudio, se les informó de los fines del proyecto, y se les informaron los procedimientos y riesgos, así mismo se les dio a conocer que tanto la participación como la permanencia en el estudio era voluntaria y por ello podían abandonar el estudio cuando ellos lo desearan.

Cada uno de los participantes dio su consentimiento por escrito y oralmente, en el caso de ser menores de edad el padre o tutor dio su firma y consentimiento, mientras que el menor participó por su voluntad (que en los términos culturales rarámuri la voluntad del sujeto siempre se ha respetado por los mayores más allá de una frontera de edad).

6.1.2.2. Estimación del VO₂máx: La capacidad aeróbica se estimó por medio de la prueba del banco o escalón de Margaria y colaboradores (1965). Se hizo en un banco de madera con una altura de 40 cm a dos velocidades submáximas (15 y 27 asensos por minuto), el ritmo fue marcado por un metrónomo digital en el ordenador (TempoPerfect NCH software).

La frecuencia cardiaca y el consumo de oxígeno fue determinado por calorimetría indirecta por medio de un monitor respiratorio Fit Mate Pro (COSMED Italia), cuya validez ha sido probada (Nieuman y col. 2006 y 2007) los valores obtenidos fueron ingresados a la fórmula propuesta por Margaria y col. (1965). Los valores resultantes se usan para el análisis, así mismo se convirtieron en valores del puntaje Z (Z-score) para los valores centilares de las referencias norteamericanas (Eisenmann y col., 2011). Los datos también fueron clasificados de acuerdo a los puntos de corte para riesgos a la salud propuestos por FITNESSGRAM (Lobelo y col. 2009) donde valores mayores o iguales a 42 ml/kg/min⁻¹ se consideran como adecuados y suficientes para reducir riesgos en la salud. En nuestra muestra se clasificaron los sujetos de acuerdo a estos criterios, etiquetando los datos como “en rango saludable” (≥ 42 ml/kg/min⁻¹) y como en “rango de riesgo” (< 42 ml/kg/min⁻¹).



Imagen 9. Prueba del banco de Margaria para determinar el VO₂máx.

6.1.2.3. Tensión arterial y frecuencia cardiaca en reposo: Se tomó la tensión arterial y la frecuencia cardiaca en casi todos los sujetos, las mediciones se hicieron por medio de un monitor automático marca Omron (HEM 7220, Tokio Japón), las tomas se hicieron tras al menos 15 minutos de reposo.

Los datos de la tensión arterial clasificados de acuerdo a los criterios y puntos de corte de los referentes para adolescentes propuestos en los Estados Unidos de América (N.H.B.P.E.P.W.G., 2004), se usaron dichos criterios debido a que los mismos son referencias aceptadas y comprenden personas con diversos grados de adiposidad a diferencia de estándares como es el caso de los parámetros de Europa del Norte presentados por Munkhaugen *y col.* (2008).

6.1.2.4. Maduración sexual: Tratando de mediar entre información útil e invasividad, la maduración sexual o grado de desarrollo puberal se estimó por medio de la autodeterminación del estadio de desarrollo según la escala de Tanner, donde se explicó de manera puntual cuales son las principales características de cada etapa de acuerdo a una escale en imágenes donde ellos indicaron de manera privada cuál era el estado alcanzado hasta el momento de la evaluación.

6.1.2.5. Antropometría e indicadores antropométricos: Para este análisis se tomaron varios indicadores antropométricos con base en los lineamientos de ISAK (2001), para este apartado solamente utilizaremos los indicadores más relevantes y que puedan ofrecer información útil sobre las asociaciones de la capacidad aeróbica con rasgos particulares, mientras que en el siguiente apartado se revisarán más a fondo los elementos antropométricos en su conjunto y sus asociaciones con el estado de salud, crecimiento y nutrición.

Para este análisis se utilizan algunos indicadores de adiposidad como lo es el porcentaje de grasa basado en panículos adiposos utilizando la ecuación de Slaughter *y col.* (1988). La principal razón fue por cuestiones de coherencia y reducir fuentes de error al generar el Z-Score de acuerdo a las referencias norteamericanas para adolescentes (Laurson *y col.* 2011). Así mismo se usaron otros indicadores de composición corporal como lo son el área grasa y el área muscular del brazo con las fórmulas de Gurney y Jelliffe (1973).



Imagen 10. Mediciones antropométricas y de tensión arterial

6.1.2.6. Asignación de la afinidad étnica o etnicidad: La asignación de la etnicidad se realizó por medio de cuatro condiciones: a) lengua que habla (rarámuri, ambos, o español solamente), b) Estilo de vida; si creció o vive aún en una rancharía y sus prácticas religiosas y culturales, c) Adscripción étnica de sus padres y abuelos, y d) Auto- adscripción o autodefinición como rarámuri o mestizo.

6.1.2.7. Actividad física: Hicimos preguntas a los jóvenes sobre algunas prácticas que nos parecieron relevantes sobre la forma de vida de los rarámuri, como es el caso de las caminatas que se realizan constantemente en la sierra entre poblados (ítem 17230 de acuerdo al compendio de Ainsworth *y col.*, 2000), así mismo les preguntamos sobre la participación en labores agrícolas como la siembra y cosecha (ítem 11230) y la participación en actividades rituales como danzas (ítem 03050) dado que algunas de estas prácticas no se realizan ni semanalmente ni mensualmente, el margen aplicado fue el trabajo en un lapso anual, los montos de actividad, fueron convertidos a METS y luego a Kilojulios por unidad de peso por año, para esta asignación utilizamos el compendio de valores en MET's para actividades generado por Ainsworth *y col.* (2000) cuyos números de elemento aparecen en paréntesis junto a cada actividad en este párrafo.

6.1.2.8. Análisis y estadísticos: En términos de infraestructura el poblado de Guachochi muestra un mayor grado de urbanización por ello en algunas partes del análisis se separaron dos subpoblaciones que se nombraron urbano y rural para cada grupo étnico. Para los principales análisis se utilizó la prueba t-student para muestras independientes, así mismo se realizan correlaciones y modelos de regresión para establecer asociaciones entre variables con el programa estadístico SPSS 19 (IBM).

6.1.3. Resultados

6.1.3.1. Descriptivos

En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos, donde se puede observar que la media de edad fue similar, aunque con una edad ligeramente menor en los rarámuri (16.26 rarámuri vs 16.82 mestizos), misma que se puede observar en el rango, aunque son pocos los casos de sujetos con edades por debajo de los 15 años, razón por la que no se ve afectado el promedio ni hay diferencias significativas.

En el caso del peso se observa que en los rarámuri es más bajo en promedio por casi 5 kilogramos (54.92 rarámuri vs 59.74 mestizos) siendo significativas las diferencias ($p=0.014$). Así mismo en la estatura se observa que los rarámuri son 5 cm más pequeños en promedio (165.07 rarámuri vs 170.34 mestizos, $p=0.001$), este comportamiento también se observa con los valores estandarizados para las referencias de la OMS, que reducen en cierto grado el sesgo que podría producir la edad, donde los rarámuri aparecen en promedio ligeramente por debajo de la media de dichas referencias, mientras los mestizos están ligeramente por encima (-0.89 rarámuri vs -0.45 mestizos, $p=0.012$). En el caso del IMC no se observan diferencias y en ambos grupos el promedio es cercano siendo de aproximadamente 20 kg/m^2 para ambos grupos.

En lo que respecta a la longitud del tronco, cuello y cabeza calculada por medio de la talla sentado se observa que en términos absolutos es mayor en los mestizos (89.7 mestizos vs 87.1 en rarámuri, $p=0.006$) así mismo cuando se evaluaron los datos de acuerdo a los valores estandarizados se observa que el promedio de los mestizos sigue siendo más alto pero sin llegar a tener diferencias significativas (0.11 mestizos vs -0.19 en los rarámuri $p=0.125$), lo que parece indicar el factor edad podría ser determinante para que sean significativas las diferencias cuando se contemplan los valores absolutos. Aunque los valores en variables de longitud en los rarámuri suelen ser más bajos como se puede notar al revisar la estatura en valores brutos como estandarizados que fue mayor en los mestizos, lo que muestra que comparativamente los rarámuri tienden a ser más pequeños que los mestizos por lo general.

En términos de proporcionalidad viéndola por medio del índice córmico es posible observar que en los rarámuri el tronco es proporcionalmente más largo que el segmento inferior, siendo

significativa la diferencia (52.55 % en mestizos vs 53.23 % en los rarámuri $p= 0.014$). Aunque no contamos con información suficiente para atribuir dicha diferencia a mayor prevalencia de una alimentación inadecuada durante la infancia.

El estado de madurez fue similar, aunque en el caso de los rarámuri hay algunos casos más de jóvenes menos maduros, sin que esto llegue a generar diferencias y dificulte la comparación.

Los indicadores cardiovasculares como la tensión arterial y la frecuencia cardíaca en reposo son similar en ambos grupos y no se observan diferencias significativas.

Los indicadores de composición corporal como el área muscular del brazo (AMB) y el área grasa del brazo (AGB) muestran valores que son en promedio un poco más bajos en los rarámuri con respecto a los mestizos, (40.95 rarámuri vs 43.7 mestizos en AMB y 10.34 rarámuri vs 11.55 mestizos en AGB) sin llegar a observarse diferencias estadísticamente significativas. Lo mismo pasa en el caso del porcentaje de grasa tanto en datos brutos (12.52 rarámuri vs 13.84 mestizos) como referenciados (-0.66 en rarámuri vs -.042 en mestizos), también sin diferencias significativas.

Cuadro 1. Variables antropométricas y fisiológicas en los grupos (Media \pm DE y rangos)

<i>Variable</i>	<i>N</i>	<i>rarámuri</i>	<i>N</i>	<i>Mestizo</i>	<i>Valor de p</i>
Edad	44	16.26 \pm 1.74 11.6 , 19.1	53	16.82 \pm 1.29 13.2 , 19.4	.077
Peso (kg)	44	54.92 \pm 10.26 29.0 , 82.40	53	59.74 \pm 8.78 44.5 , 99.0	0.014*
Estatura (cm)	44	165.07 \pm 8.04 140.4 , 176.10	53	170.34 \pm 7.30 156.0 , 184.1	0.001**
Puntaje Z estatura OMS	44	-0.89 \pm 0.76 -2.30 , 1.0	53	-0.45 \pm 0.90 -2.40 , 1.10	0.012*
IMC (kg/m ²)	44	20.0 \pm 2.70 14.45 , 29.69	53	20.55 \pm 2.36 16.81 , 29.21	0.28
Puntaje Z IMC OMS	44	-0.34 \pm 0.77 -2.0 , 2.20	53	-0.22 \pm 0.92 -2.20 , 2.0	0.522
Talla sentado (cm)	36	87.15 \pm 4.77 74.5 , 99.1	52	89.68 \pm 3.59 83.3 , 97.90	0.006**
Puntaje Z talla sentado	36	-0.19 \pm 0.94 -1.76 , 3.42	52	0.11 \pm 0.92 -2.07 , 2.23	0.125
Índice córmico	36	53.23 \pm 1.22 50.44 , 56.27	52	52.55 \pm 1.27 49.79 , 55.59	0.014*
Estadio de Tanner	44	4.09 \pm 0.71 3 , 5	53	4.32 \pm 0.70 3 , 5	0.121
TA sistólica (mm/Hg)	36	113.25 \pm 12.82 84 , 142	52	114.75 \pm 13.27 92 , 141	0.598
TA diastólica (mm/Hg)	36	70.44 \pm 9.63 50 , 100	52	72.15 \pm 12.84 46 , 114	0.500
Frec. Cardíaca (lpm)	36	63.41 \pm 8.91 42 , 88	52	63.98 \pm 10.33 48 , 85	0.791
AMB (cm ²)	36	40.95 \pm 8.36 19.37 , 59.73	52	43.7 \pm 7.66 26.39 , 69.08	0.115
AGB (cm ²)	36	10.34 \pm 4.99 4.44 , 30.75	52	11.55 \pm 5.68 5.35 , 31.18	0.306
Porcentaje de grasa	36	12.52 \pm 4.53 7.76 , 32.45	52	13.84 \pm 5.25 7.17 , 34.96	0.226
Puntaje Z, % de grasa EU	36	-0.66 \pm 0.67 (-2.06 , 1.34)	52	-0.42 \pm 0.62 -1.61 , 1.45	0.81
VO ₂ máx (ml/kg/min ⁻¹)	44	50.41 \pm 8.48 36.10 , 74.81	53	46.25 \pm 8.54 24.56 , 78.10	0.018*
Puntaje Z VO ₂ máx EU	44	0.41 \pm 0.90 -1.39 , 2.36	53	-0.099 \pm 1.01 -3.75 , 2.58	0.009**

IMC=Índice de masa corporal, TA= Tensión arterial, AMB = Área muscular del brazo, AGB=Área grasa del brazo, El puntaje Z para estatura e IMC se obtuvo con base a las referencias de la OMS(2007), el puntaje Z para el porcentaje de grasa y VO₂máx se generó con las referencias norteamericanas de NCHS. *p<0.05 **p< 0.01

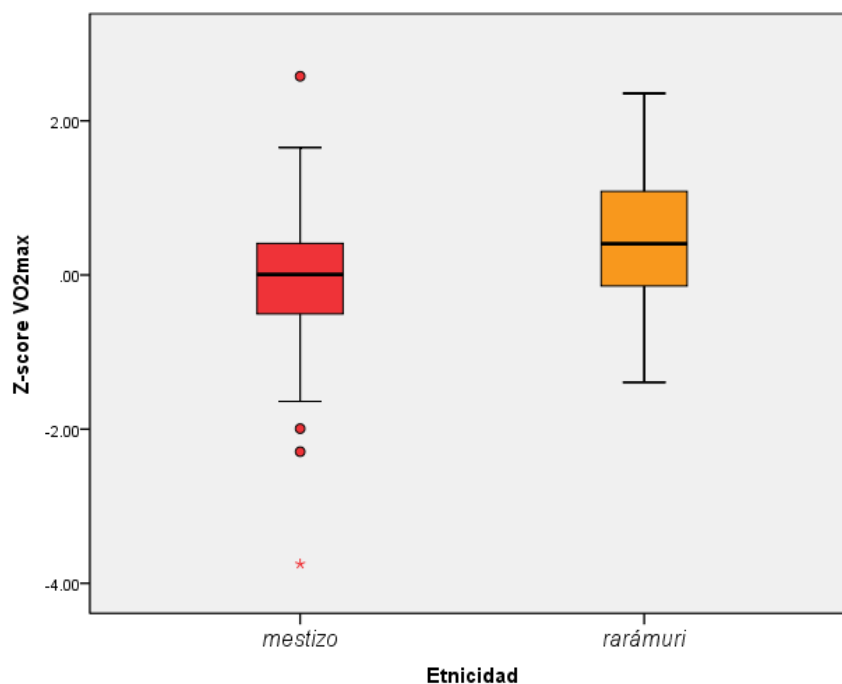
En el caso de la capacidad cardiorrespiratoria se observa que el VO₂máx los valores de los rarámuri son más altos (50.41 ml/kg/min⁻¹) que los de los mestizos (46.25 ml/kg/min⁻¹) siendo significativas las diferencias ($p= 0.018$). El comportamiento es similar en el caso de los valores ajustados para las referencias norteamericanas, donde se incrementa la significatividad de las diferencias ($p= 0.009$), el puntaje Z promedio ubica a la población

mestiza entre los centiles 45 y 50, mientras que los rarámuri se ubican entre los centiles 65 y 70.

Los datos se muestran en la figura 1, donde se puede observar que los rarámuri muestran en conjunto una distribución con valores más altos y prácticamente tres de los cuatro cuartiles tienden a ubicarse en el extremo positivo de las referencias norteamericanas, es decir que son mayores al centil 50, mientras que los valores de los mestizos se ajustan al comportamiento de los referentes y se distribuyen de manera similar en los polos positivo y negativo con algunos casos extremos, siendo uno en el polo positivo (mayor al centil 95) y tres en el negativo, es decir que dos sujetos tuvieron un desempeño que fue menor al centil 5 y uno de ellos por debajo del centil 1.

Este comportamiento tan variable en los mestizos se puede asociar a la variación en las prácticas cotidianas ligadas a diferencias socioeconómicas, donde aparte de la dieta, en el contexto serrano las prácticas de transportación y actividad tienden a ser más sedentarias en los jóvenes mejor acomodados quienes mostraron algunos de los desempeños más pobres.

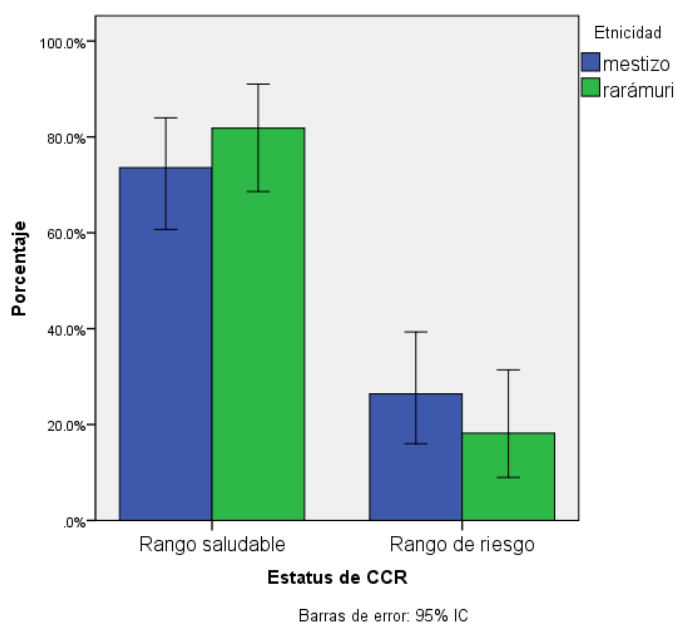
Figura 1. Comparativo del VO₂máx en valores del puntaje Z para mestizos y rarámuri



6.1.3.2. Riesgo cardiovascular y metabólico a partir de la capacidad cardiorrespiratoria.

En el caso de los mestizos se observó que 39 casos (73.6%) se ubicaron en el “rango saludable” y 14 casos (26.4%) en el “rango de riesgo”, mientras que en el caso de los rarámuri se observó que 36 casos (81.8%) se ubicaron en el “rango saludable” mientras que 8 casos (18.2%) se ubicaron en el “rango de riesgo”. Con esta base se puede considerar de manera global una menor proporción de individuos del grupo rarámuri en situación de riesgo (18.8 % vs 26.4 % de los mestizos), lo que encuentra sentido con los valores promedio. Cuando se evaluaron los casos de acuerdo al grado de urbanización se encontraron los resultados que se presentan en el siguiente apartado.

Figura 2. Comparativo de riesgo cardiovascular basado en FITNESSGRAM (EU)



6.1.3.3. Comparativo entre el contexto más urbanizado y el más rural

Como parte del análisis y contemplando los patrones observados en trabajos previos como el de Balke y Snow (1965) y el de Aghemo y *col.* (1971), donde se observó que los jóvenes más cercanos al entorno mestizo mostraron rendimientos más bajos que aquellos que vivían en un entorno más tradicional, realizamos un comparativo en estos términos.

Para ello se realizó una comparación entre los jóvenes de 15 años en adelante de acuerdo al grado de urbanización de los poblados. Aquellos que vivían y fueron estudiados en el poblado de Guachochi que cuenta con mayor infraestructura fueron clasificados como “urbanizados”, mientras que aquellos que habitan en los alrededores de los poblados de Norogachi y Muracharachi donde fueron estudiados se clasificaron como más “rural”. Si bien estas categorías no son muy precisas tomando en cuenta que el entorno de Guachochi es un entorno rural comparado con ciudades como Cuauhtémoc o la misma ciudad de Chihuahua, esta separación puede ser útil para el análisis y para identificar dos de los entornos en los que se desarrollan los jóvenes serranos.

Los resultados del comparativo para algunas variables antropométricas, de composición corporal, y fisiológicas para ambos grupos por grado de urbanización se muestran en el cuadro 2. Tenemos que mencionar que los casos de mestizos en el contexto más rural fueron pocos por lo que los resultados para dicho contexto en este grupo deben ser tomados con ciertas reservas.

Para los mestizos y para los rarámuri no se observaron diferencias en la estatura, aunque los mestizos fueron más altos que los rarámuri, y de estos últimos los del contexto más urbanizado fueron un par de centímetros más altos que los de los pueblos y ranchos, las diferencias no fueron significativas entre ellos.

Por lo que respecta a la masa corporal, se observa que los mestizos presentan un mayor peso, especialmente los del contexto urbanizado al igual que los rarámuri, mientras que en ambos grupos los sujetos del contexto rural fueron más ligeros, aunque tampoco son significativas las diferencias.

El IMC fue muy similar entre los rarámuri, mientras que en los mestizos el promedio del contexto rural fue más bajo quedando en valores fronterizos, pero sin llegar a ser significativas las diferencias.

Para el área muscular del brazo (AMB) se observan valores más altos en los mestizos del centro más urbanizado que en los de los pueblos, mientras que en los rarámuri el comportamiento es el opuesto, pues el AMB fue mayor en los sujetos del entorno más rural, sin llegarse a observar diferencias significativas.

Respecto al área grasa del brazo (AGB) para ambos grupos los valores fueron más bajos en el contexto rural, siendo similares entre los mestizos y rarámuri de los ranchos, mientras que en el contexto urbanizado los valores de este indicador fueron más altos, especialmente entre los rarámuri del contexto más urbanizado que presentaron los valores más altos de todos, lo que en parte explica que en los rarámuri si se observaran diferencias significativas mientras que en los mestizos no.

Con relación al porcentaje de grasa corporal los mestizos muestran proporciones similares y los valores del puntaje Z colocan a ambas muestras en un punto similar de la distribución, por lo que no fue posible observar diferencias en general, pero en el caso de los rarámuri se observa que los valores en el contexto urbanizado fueron más altos incluso que en los mestizos, mientras que en el contexto rural los valores fueron los más bajos tanto en valores brutos como en los valores del puntaje Z. Por esta razón es posible observar diferencias significativas en este grupo dependiendo de la urbanización, mostrando que esta última es un factor importante donde se propicia la acumulación de grasa especialmente entre los rarámuri.

El comparativo de las medias de la capacidad cardiorrespiratoria nos permite identificar diferencias observables en el caso de los rarámuri en valores brutos ($p= 0.011$) así como en los valores referenciados ($p= 0.012$) y mientras que en el caso de los mestizos aunque los valores son más altos en la muestra rural, las diferencias no llegan a ser significativas ($p= 0.57$ y $p=0.39$), situación que podría deberse al reducido número de casos para el contexto más rural.

Aunque es importante señalar que en los mestizos del contexto más urbanizado es posible encontrar los casos en los polos extremos (Las distribuciones se muestran en la figura 3).

Es importante hacer notar que los rarámuri que se encuentran en el contexto más urbanizado muestran una capacidad cardiorrespiratoria en promedio muy similar por no decir que idéntica a la de los mestizos, y ambos grupos se comportan de manera similar a las poblaciones norteamericanas. Por otra parte, los rarámuri de los ranchos presentaron valores más altos a un nivel significativo, reflejando un comportamiento entre contextos muy distinto y dependiente del ambiente donde se encuentran los jóvenes rarámuri, situación que hace eco sobre las observaciones realizadas en el apartado anterior.

Estos resultados son coincidentes con los resultados encontrados por Aghemo *y col.* (1971) quien observó valores más bajos en los rarámuri que habían adoptado una forma de vida como la de los mestizos, que produjo niveles de capacidad cardiorrespiratoria similar a la de las demás poblaciones. También Balke y Snow (1965) observaron una mayor capacidad en los jóvenes que se hallaban en un contexto más tradicional. En nuestro caso es posible observar el mismo patrón donde en un contexto más tradicional hay una menor propensión a la acumulación de grasa y se observan valores más altos de capacidad cardiorrespiratoria, mientras que el contexto urbanizado podría jugar un rol adverso que favorece la reducción de la capacidad cardiorrespiratoria y el incremento en la adiposidad especialmente entre los rarámuri.

En lo que concierne a los valores de la tensión arterial se observa que en general los sujetos de las localidades más urbanizadas muestran valores más altos para la tensión arterial sistólica. En los rarámuri fueron más altos los valores que en los mestizos de acuerdo al grado de urbanización, y fueron significativas las diferencias en términos de urbanización solo en el caso de los mestizos, mientras que en los rarámuri los valores son fronterizos sin llegar a ser significativos.

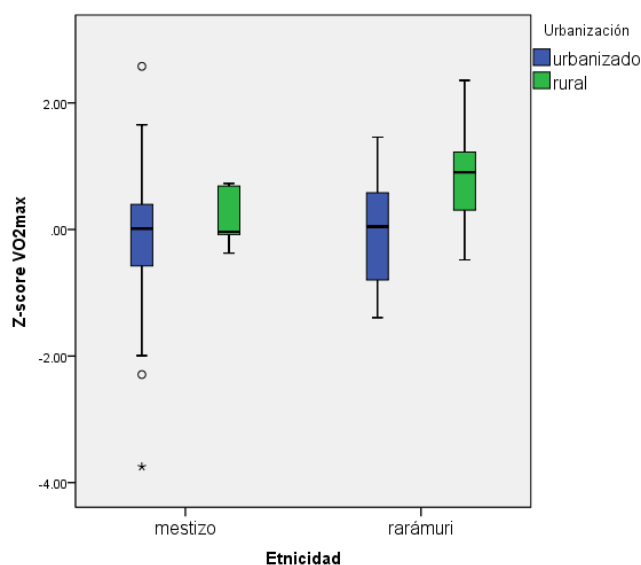
El comportamiento de la tensión arterial diastólica fue en general más alto en los rarámuri, independientemente del tipo de localidad, pero ni en mestizos ni en los rarámuri hubo diferencias significativas en este rubro, mientras que la frecuencia cardiaca en reposo fue muy similar entre todos los grupos.

Cuadro 2. Comparativo de capacidad cardiorrespiratoria y otras variables según grado de urbanización

Variable	Mestizos					Rarámuri				
	N	Urbanizado	N	Rural	P=	N	Urbanizado	N	Rural	P=
Estatura (cm)	46	170.98±7.04 (156.0,184.1)	4	171.90±4.96 (165.0, 175.8)	0.80	23	168.03±5.24 (157.4, 175.6)	13	165.96±5.51 (159.40,176.10)	0.27
Peso (kg)	46	60.53±8.86 (44.5,99.0)	4	54.75±5.04 (46.0,60.5)	0.20	23	58.47±8.29 (47.0, 82.4)	13	56.57±7.75 (46.0, 71.1)	0.50
IMC (kg/m ²)	46	20.66±2.34 (16.81,29.21)	4	18.49±0.77 (17.93,19.58)	0.07	23	20.68±2.59 (17.21, 29.69)	13	20.47±2.05 (17.75,25.22)	0.81
AMB (cm ²)	45	44.18±7.87 (26.39, 69.08)	4	37.60±3.31 (33.97, 40.66)	0.10	15	42.24±6.49 (34.50, 59.73)	13	44.58±5.27 (38.32, 54.91)	0.30
AGB(cm ²)	45	11.38±5.72 (5.35,31.18)	4	9.49±2.57 (7.39,13.12)	0.51	15	12.99±5.66 (7.64, 30.75)	13	9.26±3.09 (5.85,16.19)	0.04*
% de grasa	45	13.41±5.03 (7.17,34.96)	4	13.60±4.18 (9.38, 19.38)	0.93	15	14.67±5.47 (9.23, 32.45)	13	11.03±2.82 (8.20,18.79)	0.04*
Z-score grasa	45	-0.47±0.60 (-1.61,1.45)	4	-0.35±0.59 (-1.05,0.42)	0.69	15	-0.25±0.57 (-1.06,1.34)	13	-0.82±0.49 (-1.50,-0.36)	0.01*
VO ₂ máx (ml/kg/min ⁻¹)	46	46.17±9.04 (24.56, 78.10)	4	48.76±4.10 (45.03±52.52)	0.57	23	46.86±7.51 (36.10, 61.47)	13	54.66±9.45 (41.87,74.18)	0.01*
Puntaje Z	46	-0.14±1.06 (-3.75, 2.58)	4	0.32±0.44 (-0.08, 0.73)	0.39	23	-.01±0.84 (-1.39, 1.46)	13	.78±.85 (-.48,2.36)	0.01*
VO ₂ máx EU	45	115.75±12.89 (92, 141)	4	101.50±11.12 (94, 118)	0.04*	15	118.80±12.84 (92,142)	13	110.0±10.58 (84,124)	0.06
TA sistólica (mm/Hg)	45	72.64±12.28 (46, 114)	4	62.0±13.95 (50, 80)	0.10	15	73.67±11.25 (52, 100)	13	70.61±7.32 (60,84)	0.41
TA diastólica (mm/Hg)	45	64.26±10.60 (48,85)	4	62.0±10.95 (50,74)	0.68	15	61.4±9.34 (42,72)	13	63.53±9.56 (50, 88)	0.55

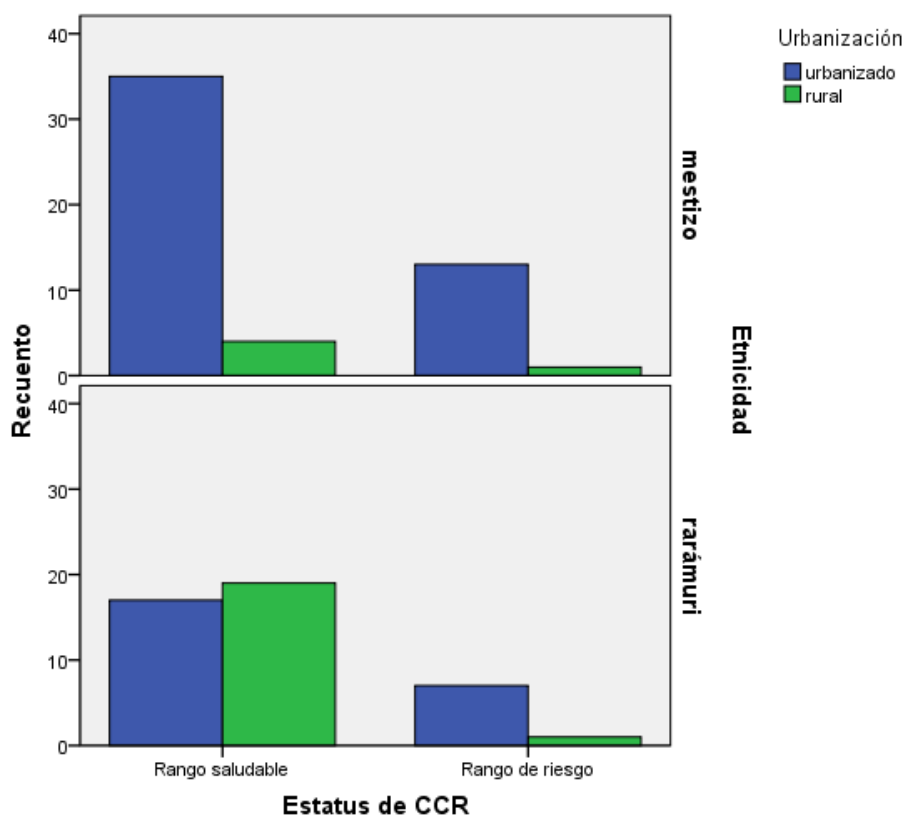
(Media ± DE), AMB=área muscular del brazo; AGB= área grasa del brazo; *p< 0.05

Figura 3. Comparativo de capacidad cardiorrespiratoria en valores del puntaje “z” por grado de urbanización.



Los comparativos para el riesgo asociado a una pobre capacidad aeróbica de acuerdo a FITNESSGRAM de acuerdo al grado de urbanización se muestran en la figura 4, donde se observa que en general en el contexto urbanizado tanto rarámuri como mestizos muestran un mayor número de sujetos con riesgos asociados a una capacidad cardiorrespiratoria por debajo de los 42 ml/kg/min⁻¹. El contraste es muy evidente en el caso de los rarámuri, quienes en el contexto más urbanizado muestran un alto número de sujetos con una capacidad cardiorrespiratoria en puntos de riesgo respecto al número de sujetos con una capacidad cardiorrespiratoria adecuada.

Figura 4. Comparativo de riesgo cardiovascular ligado a la capacidad cardiorrespiratoria basado en FITNESSGRAM por grado de urbanización.



6.1.3.4. Riesgo de hipertensión en los adolescentes de la sierra

Siguiendo la comparación con el grado de urbanización a continuación se presentan los datos de la tensión arterial clasificados de acuerdo a los criterios señalados en el apartado de materiales y técnicas.

Los datos que mostraron ya sea un valor pre-hipertensivo o hipertensivo fueron asignados como pre-hipertensos o hipertensos, aunque hay que aclarar que los datos presentados aquí, tienen una función descriptiva y no deben ser tomados como diagnósticos precisos, pues para determinar tanto hipertensión como pre-hipertensión son necesarias medidas repetidas y la persistencia de valores encima de lo normal en las personas para ser clasificados en ambas condiciones, en nuestro caso las mediciones no se repitieron a lo largo de varios días, pero ilustran el patrón general en nuestras poblaciones. El número de casos y los porcentajes se muestran en los cuadros 3 y 4, y las proporciones en las figuras 5 y 6.

De manera global se puede observar que tanto para mestizos como para los rarámuri la hipertensión es un problema que se desarrolla en el contexto más urbanizado. Pues para ambos grupos prácticamente casi todos los casos con valores elevados se dan en el contexto urbanizado, y solo se observa un caso en los rarámuri del entorno más rural. En el caso de los mestizos se deben hacer reservas por el tamaño de muestra, pero al igual que en los rarámuri los patrones de vida observados en el entorno rural les resultan más favorables en términos de riesgo hipertensivo al igual que en términos de adiposidad y capacidad cardiorrespiratoria como se vio en los párrafos anteriores.

Cuadro 3. Patrón de tensión arterial en mestizos

<i>Variable</i>	<i>mestizos urbanizado</i>		<i>mestizos rural</i>		<i>total</i>	
	<i>casos</i>	<i>%</i>	<i>casos</i>	<i>%</i>	<i>casos</i>	<i>%</i>
Normal	33	70.2	5	100	38	73
Pre-hipertenso	4	8.5	0	0	4	7.7
Hipertenso	10	21.3	0	0	10	19.2
Total	47	100	5	100	53	1000

Cuadro 4. Patrón de tensión arterial en rarámuri

Variable	rarámuri urbanizado		rarámuri rural		total	
	casos	%	casos	%	casos	%
Normal	11	68.8	19	95	30	83.3
Pre-hipertenso	1	6.3	0	0	1	2.8
Hipertenso	4	25	1	5	5	13.9
Total	16	100	20	100	36	100

Figura 5. Proporciones de casos hipertensivos y pre-hipertensivos en “Mestizos” por grado de urbanización

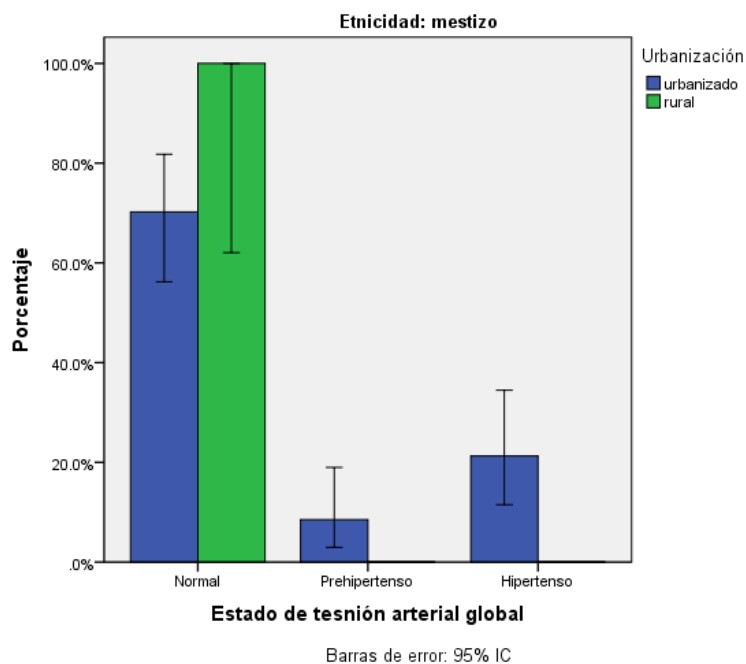
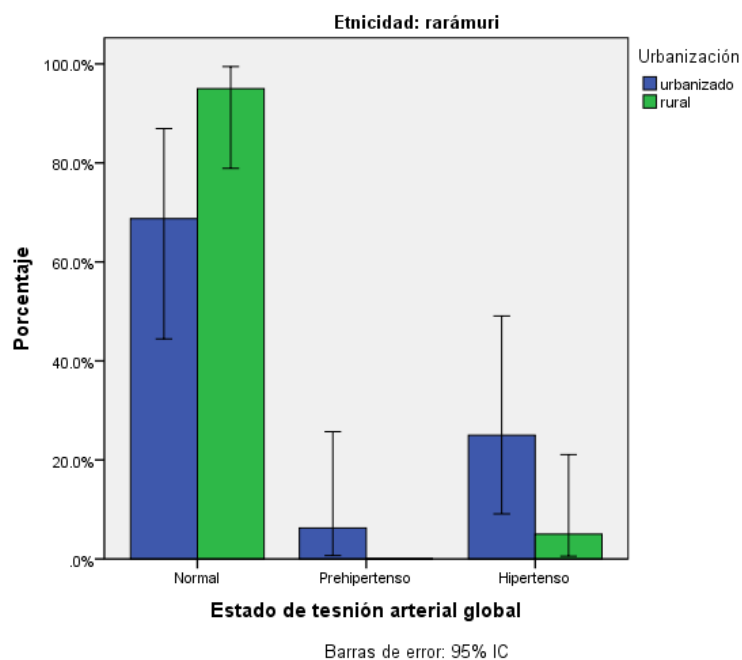


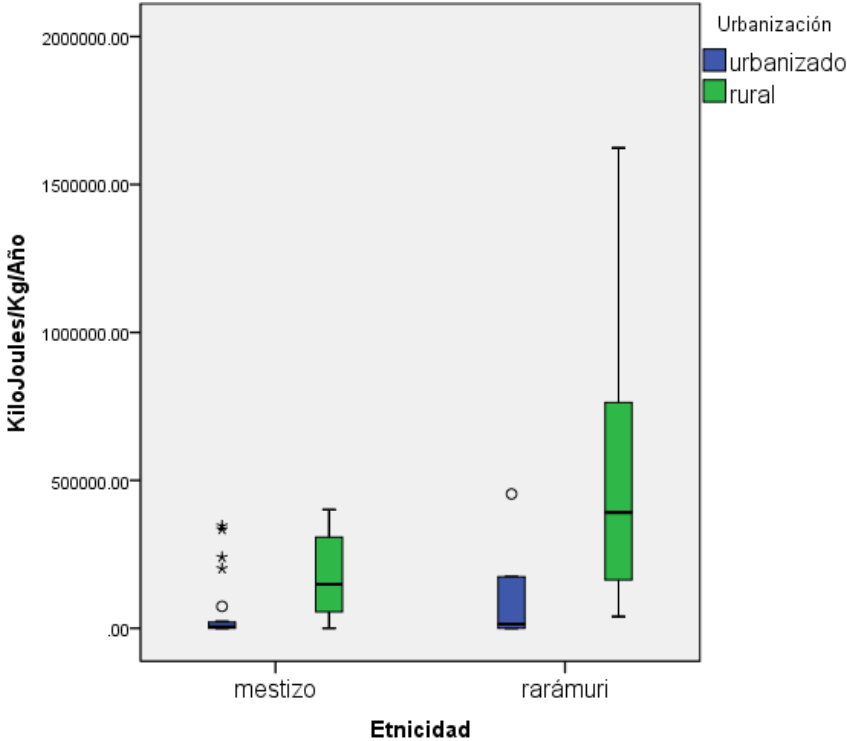
Figura 6. Proporciones de casos hipertensivos y pre-hipertensivos en rarámuri por grado de urbanización



6.1.3.5. Indicadores de actividad física

Aunque nuestros resultados (figura 7) muestran que fue notable la diferencia en los niveles de actividad y el gasto energético ligados a las actividades del campo de acuerdo al grado de urbanización y entre poblaciones en nuestro caso no fue posible encontrar tal asociación de manera directa.

Figura 7. Gasto energético derivado de la actividad física en poblaciones rarámuri y mestizas de acuerdo al grado de urbanización.



6.1.3.6. Asociaciones y correlaciones

Como parte de nuestros análisis realizamos el análisis de correlaciones bivariadas entre diferentes rasgos con el fin de observar las relaciones entre la capacidad cardiorrespiratoria con otros indicadores de la aptitud física, especialmente aquellos ligados a la salud y evaluar que asociaciones podrían ser importantes y se podrían aplicar a modelos de regresión para interpretar mejor los resultados.

Los datos se muestran en el cuadro 5, en él se puede ver que las variables relacionadas con la masa corporal como el peso tuvieron una asociación negativa, siendo más elevadas cuando el elemento de masa estuvo ligado a la adiposidad como es el caso del porcentaje de grasa y el área grasa del brazo, lo que sugiere una estrecha influencia de los indicadores globales de adiposidad con niveles más bajos de capacidad cardiorrespiratoria , donde quizás algunas variables como los hábitos de alimentación y actividad física podrían favorecer un aumento

en la adiposidad. Lo que sugiere que quizás el grado de urbanización podría estar jugando algún papel, pues en el contexto más urbanizado se observó que la capacidad cardiorrespiratoria fue más baja y la adiposidad más elevada, por lo que se evalúan estas asociaciones en los párrafos siguientes.

Cuadro 5. Correlaciones del VO₂máx y otras variables.

Variable	Mestizos		Rarámuri		Conjunto	
	VO ₂ máx (ml/kg/min ⁻¹)	Puntaje Z VO ₂ máx	VO ₂ máx (ml/kg/min ⁻¹)	Puntaje Z VO ₂ máx	VO ₂ máx (ml/kg/min ⁻¹)	Puntaje Z VO ₂ máx
Edad	0.21(0.13)	0.11 (0.43)	-0.06 (0.68)	-0.20(0.193)	0.02 (.84)	-.09(.338)
Estatura	-0.09 (0.51)	-0.16 (0.25)	-0.24 (0.15)	-0.35 (0.019)*	-0.23 (.02)*	-0.31 (.01)**
Peso	-0.42 0(0.01)**	-0.55 (0.00)**	-0.32 (0.03)*	-0.44 (0.01)**	-0.41 (.00)**	-0.52 (.00)**
IMC	-0.45 (0.01)**	-0.54 (0.00)**	-0.27 (0.06)	-0.38 0(.01)*	-0.38 (.00)**	-0.47 (.00)**
Talla sent.	-0.04 (0.75)	-0.12 (0.38)	-0.15 (0.36)	-0.27 (0.10)	-0.17 (.11)	-0.26 (.01)*
Índice Cór.	0.11 (0.42)	0.09 (0.53)	0.16 (0.34)	0.16 (0.36)	0.19 (.06)	0.18 (.08)
AMB	-0.23 (0.10)	-.029 (0.03)*	-0.11 (0.50)	-0.22 (0.19)	-0.22 (.04)*	-0.30 (.01)**
AGB	-0.55 (0.00)**	-0.63 0(.00)**	-0.53 (0.01)**	-0.62 (0.00)**	-0.55 (.00)**	-0.63 (.00)**
% Grasa	-0.52 (0.00)**	-0.54 0(.00)**	-0.51 (0.01)**	-0.58 (0.00)**	-0.55 (.00)**	-0.56 (.00)**
FC	-0.03 (0.85)	-0.02 0(.86)	0.24 (0.16)	0.29 (0.08)	0.06 (.56)	0.07 (.50)
TAS	-0.27 (0.04)*	-0.25 0(.07)	-0.29 (0.08)	-0.36 (0.03)*	-0.29 (.01)**	-0.29 (.01)**
TAD	-0.22 (0.11)	-0.25 (0.09)	-0.35 0(.03)**	-0.42 (0.01)*	-0.27 (.01)*	-0.30 (.01)**

* $\alpha < 0.05$, ** $\alpha < 0.01$

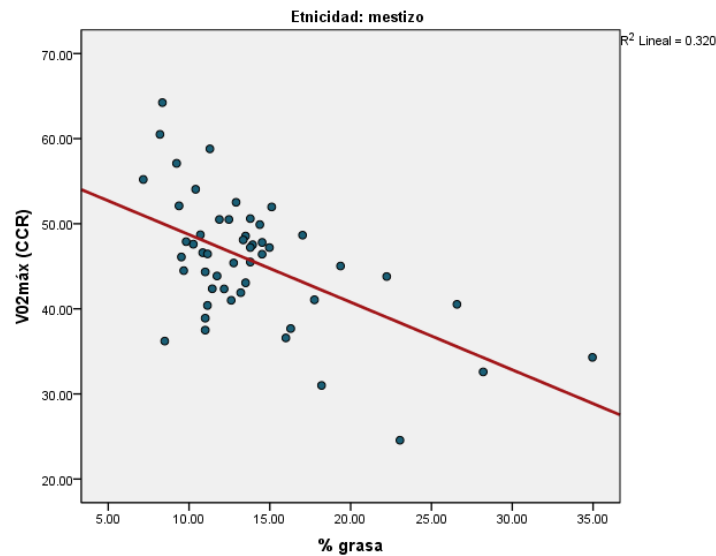
6.1.3.7. Regresión lineal, capacidad cardiorrespiratoria y adiposidad por grupos

Para evaluar las tendencias observadas y comprender mejor la relación entre cada variable se desarrollaron los modelos de regresión lineal por grupo. Su finalidad fue evaluar la fuerza de las relaciones y el poder predictivo que ofrece el porcentaje de grasa con respecto a la capacidad cardiorrespiratoria. Pues en las correlaciones previas se observó una alta asociación entre el incremento en la masa, especialmente en el tejido adiposo con una disminución de la capacidad cardiorrespiratoria.

En primera instancia evaluamos los modelos de porcentaje de grasa y la capacidad cardiorrespiratoria en ambos grupos (figuras 8 y 9). Donde observamos que en ambas poblaciones hay una asociación negativa. En el caso de los mestizos observamos un $R^2 = 0.32$, mientras que en los rarámuri la correlación es de $R^2 = 0.25$, baja en ambos casos.

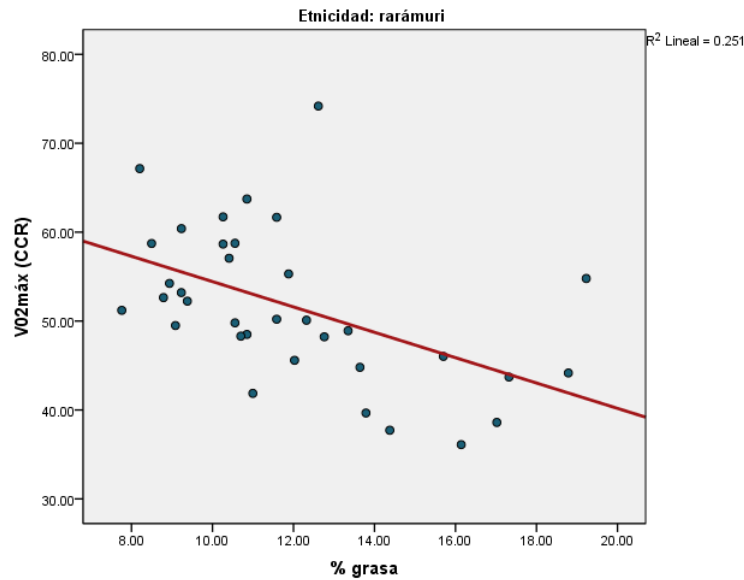
De acuerdo a las ecuaciones de regresión en los rarámuri la pendiente de la recta es más pronunciada, ya que por cada unidad porcentual de grasa la capacidad cardiorrespiratoria se reduce en 1.43 unidades, mientras que en mestizos se reduce en .79. En ambos casos los modelos son significativos (mestizos $p < .001$ y rarámuri $p < .005$)

Figura 8 Modelo de regresión lineal simple entre porcentaje de grasa y capacidad cardiorrespiratoria en varones mestizos.



$$VO_{2m\acute{a}x} = 56.67 - 0.79 * \% \text{ de grasa} \quad p < .001 \quad R^2 = 0.32$$

Figura 9 Modelo de regresión lineal simple entre porcentaje de grasa y capacidad cardiorrespiratoria en varones rarámuri.



$$VO_{2\text{máx}} = 68.70 - 1.43 * \% \text{ de grasa} \quad p < .01 \quad R^2 = 0.25$$

6.1.3.8. Regresión lineal de la capacidad cardiorrespiratoria y adiposidad por grupos de acuerdo al grado de urbanización

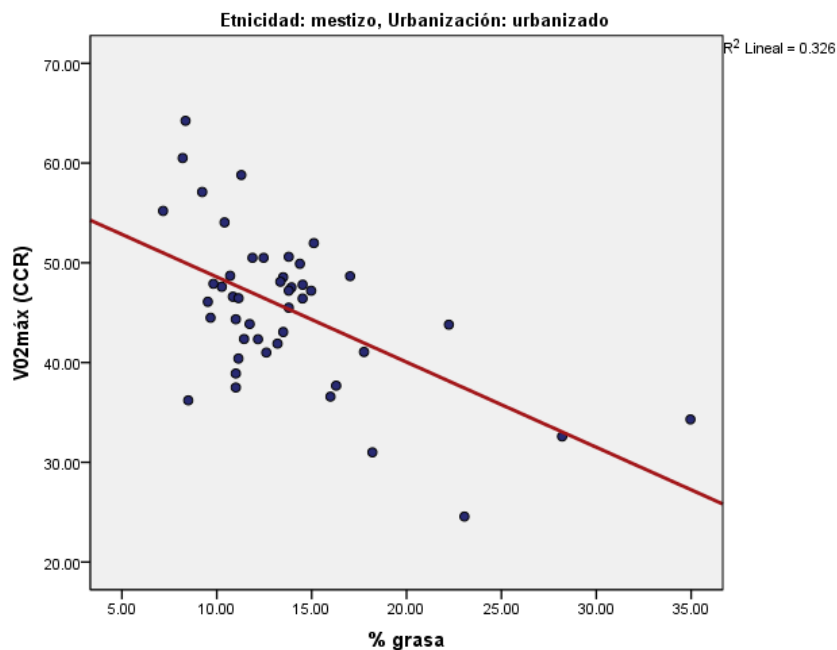
Posteriormente realizamos el mismo procedimiento, pero ahora separamos en cada grupo étnico de acuerdo al patrón de vida, siendo este urbanizado o rural.

En el caso de los mestizos fue imposible construir un modelo con la muestra rural por ser demasiado pequeña. Situación que a la vez explica y nos permite entender el comportamiento observado en la muestra más urbanizada de los mestizos (figura 10), donde se observa que la pendiente aumenta un poco respecto a la regresión generada previamente siendo negativa también y es de -0.84 (en la muestra general fue de -0.79), así mismo la R^2 fue de $.32$ que aumentó un poco, pero se mantuvo en un nivel de asociación bajo entre variables.

Este nivel de asociación en parte se podría explicar porque básicamente sigue siendo la misma muestra evaluada en el apartado previo. A la par se puede ver que hay sujetos con poca adiposidad, pero con una variación importante de capacidad cardiorrespiratoria, como

es el caso de los sujetos con una adiposidad del 10% al 15% que muestran valores del $VO_2\text{máx}$ que oscilan entre los $35 \text{ ml/kg/min}^{-1}$ y $50 \text{ ml/kg/min}^{-1}$, aunque en los valores extremos es posible observar la tendencia que muestra valores altos de $VO_2\text{máx}$ en sujetos con un porcentaje de grasa bajo y sujetos con valores bajos de $VO_2\text{máx}$ con porcentajes de grasa altos.

Figura 10. Modelo de regresión lineal simple entre porcentaje de grasa y capacidad cardiorrespiratoria en varones mestizos en un entorno urbanizado.



$$VO_2\text{máx} = 57.11 - 0.85 * \% \text{ de grasa} \quad p < .001 \quad R^2 = 0.33$$

En las muestras rarámuri, el análisis arroja resultados interesantes e importantes, pues en el grupo más urbanizado se observa que la R^2 es de .64 que es una asociación directa que va de moderada a alta, así mismo la pendiente de la recta es de -2.49. Mientras que en la muestra rural se observa que tanto el valor de R^2 (.04) como el de la pendiente (-0.65) son muy bajos, e incluso el modelo no tiene significancia estadística ($p=.367$).

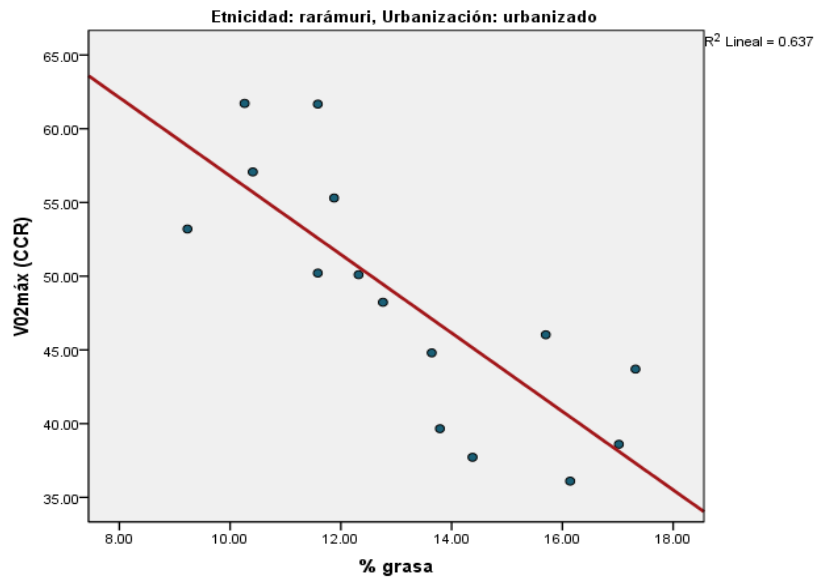
Lo anterior indica que hay un alto grado de relación entre el entorno urbanizado, donde el aumento de la adiposidad se asocia de manera importante con la reducción en la capacidad cardiorrespiratoria de manera muy importante entre los rarámuri.

Por otra parte, en un entorno más rural, es decir en los pueblos pequeños y los “ranchos” la adiposidad no muestra asociación muy clara con la capacidad cardiorrespiratoria. En el caso del entorno rural esta ausencia de relación entre adiposidad y capacidad cardiorrespiratoria nos permite ver como la capacidad cardiorrespiratoria suele tener valores altos independientemente de la adiposidad lo que sugiere que el entorno rural o más tradicional tiene un papel muy importante en el desarrollo y mantenimiento de la capacidad cardiorrespiratoria de los rarámuri.

Dicho entorno juega un papel fundamental para explicar el desarrollo y mantenimiento de su resistencia. Pero considerando el entorno más rural o tradicional como un lugar donde los recursos constantes, los generados colectivamente y los autogenerados propician ciertos patrones de actividad y convivencia propios de los rarámuri capaces de modelar sus procesos de desarrollo, a lo largo de la vida no solo en las primeras dos o tres décadas de la misma. Por ello es fundamental el entorno no solo para generar, sino para mantener o incrementar ciertos niveles de su aptitud física.

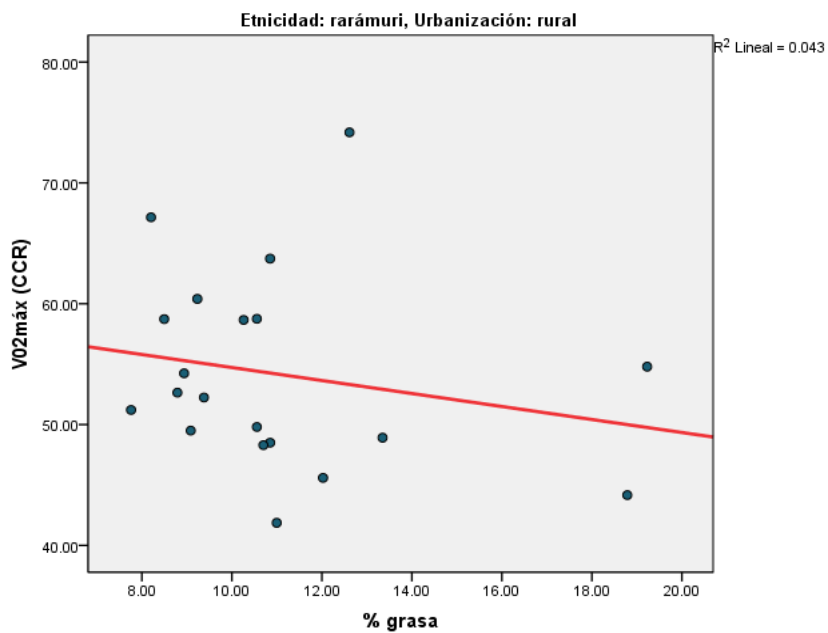
En un sentido contrario la migración al entorno más urbanizado acarrea cambios en las relaciones tanto sociales como ambientales que propician el desarrollo de la adiposidad integrando comportamientos asociados con el sedentarismo y una desarticulación de actividades constantes del trabajo individual y colectivo, de las tierras y el cosmos (ritual) y que se refleja en los niveles de actividad descritos en la figura 7. También se producen cambios en la dieta, que tiende a incorporar más alimentos procesados y ricos en hidratos de carbono y con una densidad elevada que incluye también grasas tanto de origen animal como vegetal que van emparejadas con las pérdidas en la capacidad cardiorrespiratoria, aceptando que este último elemento (la capacidad cardiorrespiratoria) requiere tanto para su desarrollo como para su mantenimiento una serie de estímulos constantes, adecuados y suficientes (Willmore y Costill, 2007).

Figura 11. Modelo de regresión lineal simple entre porcentaje de grasa y capacidad cardiorrespiratoria en varones rarámuri en un entorno urbanizado.



$$VO_2\text{máx} = 83.39 - 2.66 * \% \text{ de grasa} \quad p < .001 \quad R^2 = 0.64$$

Figura 12. Modelo de regresión lineal simple entre porcentaje de grasa y capacidad cardiorrespiratoria en varones rarámuri en un entorno más rural.



$$VO_2\text{máx} = 60.10 - 0.54 * \% \text{ de grasa} \quad p = .389 \quad R^2 = 0.04$$

6.1.4. Discusión de este apartado

Los resultados aquí mostrados parecen apoyar los resultados previos que tanto Balke y Snow, (1965), especialmente los de Aghemo *y col.* (1971), y apoya la propuesta de Paredes *y col.*, (1970) quienes habían observado que la cercanía con su entorno más tradicional o menos occidentalizado influía de manera importante sobre la condición física y el estado nutricional de los rarámuri, por otra parte el ambiente mestizo o más occidentalizado actúa reduciendo su capacidad cardiorrespiratoria y aumentando la posibilidad de padecer obesidad.

En nuestras observaciones, como grupo, los rarámuri tienden a tener una mejor condición física que los mestizos de la región, lo que en cierta medida nos permite sostener que si hay una mayor aptitud física entre los rarámuri que entre los mestizos o como lo muestran también los datos con referencia de la población norteamericana, aunque ambas poblaciones probablemente tengan una mayor aptitud que los jóvenes de otras partes como la ciudad de Chihuahua o la Ciudad de México, pero los contrastes entre el grado de urbanización permiten develar como los rarámuri de los contextos más urbanizados tienen un comportamiento muy similar al de otras poblaciones en términos de la capacidad cardiorrespiratoria, siendo esta más baja que la de los rarámuri que se desarrollan en un entorno más rural. Así mismo Aghemo y colaboradores (*idem*) observaron que la adiposidad se incrementa de manera notable entre los rarámuri que están en un contexto más occidentalizado. En nuestro estudio se pudo encontrar una correlación importante por medio del modelo de regresión que explica cerca del 64% de la variación en la capacidad cardiorrespiratoria con relación a la adiposidad en los rarámuri en un entorno más urbanizado.

Esta relación es importante ya que como menciona Johnson *y col.* (2000); desde la niñez la capacidad cardiorrespiratoria muestra una asociación importante con la adiposidad, y se plantea que quizás la capacidad cardiorrespiratoria sea un indicador global mucho más fiable sobre los niveles de actividades moderadas y vigorosas. En el caso de los rarámuri se puede notar que cuando se hace el contraste entre lo urbano y lo rural (cuadro 2) los indicadores de adiposidad muestran valores más altos en los jóvenes de los centros urbanos a niveles significativos. Así mismo la cantidad de tejido magro fue menor, lo que sugiere que en

términos de composición corporal el entorno rural es más favorable para los rarámuri y podría tener un papel más importante en la protección contra enfermedades crónico-degenerativas.

Entre contextos urbanizados o más rurales se observan diferencias en el gasto energético asociado a las actividades del campo para ambos grupos, especialmente ligado a las caminatas entre localidades entre los rarámuri. Algunos trabajos previos como el de Aghemo *y col.* (ídem), había mostrado un alto grado de asociación entre la forma de vida y la condición física de los rarámuri, donde un factor que podría jugar un papel importante es la actividad física. Tal es el caso en otras poblaciones como los Nandi de Kenia donde investigadores como Larsen *y col.* (2004) observaron diferencias entre los jóvenes de las “villas” y los de las ciudades, observando mejores valores de la capacidad cardiorrespiratoria en los primeros, pues los jóvenes de las “villas” presentaron valores más altos que aquellos que vivieron en las ciudades, y es algo similar a lo que nosotros encontramos (figura 7), pero ellos observaron una asociación entre la práctica de algunos deportes y otras actividades como el cuidado de los animales y labores agrícolas con el VO_2 máx, pero en esta investigación no fue posible establecer una asociación directa entre los patrones de actividad física y la capacidad cardiorrespiratoria.

En términos de riesgo hipertensivo parece que para ambos grupos la vida en los centros más urbanizados favorece el aumento en la tensión arterial, especialmente en la sistólica entre los mestizos en quienes fue posible observar diferencias significativas entre los centros más urbanizados y los más rurales, aunque hay que recordar que el tamaño de muestra en los ranchos para este grupo es muy pequeño. Pero en las figuras que reflejan el riesgo hipertensivo en ambos grupos (figuras 4 y 5) se observa como en los contextos más rurales está casi ausente la hipertensión entre los adolescentes mientras que en los centros más urbanizados se observa un considerable número de casos.

A pesar de los elevados niveles de sobrepeso y adiposidad en los rarámuri en los centros urbanos no fue posible observar una asociación con la hipertensión de manera directa pues incluso en los centros rurales la tensión arterial fue elevada y similar a la de los jóvenes de los pueblos grandes (urbanizados). Estos resultados en general ofrecen un comportamiento particular del sistema nervioso simpático (SNS) en el caso de los rarámuri pues los mestizos del área rural mostraron una TAS más baja que los mestizos del contexto urbanizado, y más

bajos que los rarámuri en ambos contextos, incluso quienes en el entorno rural tuvieron valores promedio más elevados, lo que corresponde con las observaciones de Christensen y colaboradores (2012) quienes refieren altas frecuencias de hipertensión en los rarámuri adultos evaluados. Al parecer con el paso de los años, la elevada sensibilidad de los receptores β - adrenérgicos en esta población podría incrementar el riesgo hipertensivo, pues a diferencia de los varones pimas estudiados por Tatarinni y col. (1998)²⁷ en nuestras observaciones a pesar del incremento en la adiposidad no disminuye la sensibilidad aderenérgica. Como opción a futuras investigaciones una de las posibles claves para entender en alguna medida algunas variables biológicas psicológicas y sociales capaces de influir sobre-la condición física de los rarámuri sería atractivo el estudio de los receptores α y β adrenérgicos en estas poblaciones.

²⁷ . En dicho trabajo los varones pimas mostraron baja sensibilidad a algunos agonistas β -adrenérgicos especialmente cuando había una elevada adiposidad

6.2. Características físicas

6.2.1. Crecimiento, nutrición en adolescentes de la sierra tarahumara

Es importante saber cómo han cambiado las condiciones de vida de las poblaciones serranas y en el caso rarámuri identificar si todos estos cambios tienen efectos negativos como los que han observado previamente autores como Paredes y col., 1970 o Monárrez y Greiner 2000.

Dentro de los diferentes estudios realizados en las poblaciones serranas los trabajos antropométricos no han sido escasos. Las medidas antropométricas han sido una constante en muchos estudios y observaciones.

Entre los trabajos descriptivos se pueden contar con los de Lumholtz (1902) y Hrdlička (1908), también como parte de su monografía Carlos Basauri (1929) presenta los datos antropométricos y fisiológicos descriptivos tomados por su hermano el médico Manuel Basauri. Finalmente, otro trabajo descriptivo fue el de Drusini y Tommaseo (1981).

Como datos relevantes las mediciones antropométricas se han incluido en casi todos los estudios sobre las capacidades físicas (Balke y Snow, 1965; Aghemo y col. 1971, Christensen y col., 2012 y 2014) también como parte de los estudios de nutrición, características generales como la estatura, peso y la composición corporal se han presentado como datos relevantes (Saucedo-Arteaga y col., 2003; Connor y col., 1978; Cerqueira y col., 1979; McMurry y col., 1982; Monárrez y Greiner 2000; Monárrez y Martínez 2000; Benítez-Hernandez y col., 2014; De la Torre-Díaz y col., 2014) y de manera obligada en los estudios de crecimiento (Peña-Reyes y col., 2009; Balcázar y col., 2009).

En términos de crecimiento se han hecho observaciones en niños preescolares (Monárrez y Martínez 2000), y más frecuentemente en escolares (Peña-Reyes y col., 2009 y Balcázar y col., 2009, Benítez-Hernández y col., 2014 De la Torre-Díaz y col., 2014) cubriendo las edades de 6 a 12 años en el caso de Balcázar y col., (2009) y en el caso del trabajo de Peña-Reyes y colaboradores (2009) de 6 a 14 años que es el mismo margen de edad cubierto en el estudio hecho por De la Torre-Díaz y colaboradores (2014) y por Benítez-Hernández y colaboradores (2014). Mientras que otros estudios se han centrado en los adultos como es el caso de las monografías, y recientemente en el trabajo de Monárrez y Greiner (2000) y el de

Christensen y colaboradores (2014), dejando un espacio en blanco en la adolescencia, siendo poco lo que se sabe de la adolescencia en estas poblaciones, lo que resulta importante, pues este periodo es un momento clave para comprender otras etapas del curso de vida, pues en el entorno rural se observa que de la desnutrición y la delgadez de la infancia y niñez se transita muy frecuente a una condición de sobrepeso en los adultos, y en el contexto urbanizado o de migración se observa que desde la niñez el sobrepeso se empieza a volver un problema como lo ha mostrado el trabajo de Balcázar y colaboradores (2009).

En este apartado intentamos describir las condiciones de crecimiento y nutrición y sus implicaciones en los adolescentes de la sierra tarahumara de los poblados de Guechochi, Norogachi y Muracharachi.

6.2.2. Materiales y técnicas

6.2.2.1. La muestra: Estuvo conformada por 201 adolescentes de los cuales 147 fueron varones con edades entre los 11.6 y los 20.4 años y 54 mujeres de entre 15.1 a los 19.1 años.

Los participantes se encontraron en tres localidades del municipio de Guachochi, en el caso de los varones la muestra provino del albergue de Muracharachi, de la secundaria y bachillerato de Norogachi, mientras que otra parte de la muestra masculina y toda la muestra femenina provino del CEB 7/1 y Cbta 170 (ambos centros cubren el nivel bachillerato del poblado de Guachochi,). El estudio se realizó dentro de las instituciones educativas contando con el consentimiento y apoyo de las autoridades y personal de los centros de estudios. El muestreo fue realizado durante los años 2010, 2013 y 2014. Los participantes firmaron una carta de consentimiento informado, al igual que sus padres en caso de ser menores de edad quienes también fueron informados de los objetivos del estudio, los riesgos y el carácter voluntario de su estancia en la investigación.

6.2.2.2. Antropometría: Las medidas se tomaron siguiendo el protocolo y lineamientos de la ISAK (2001), por duplicado usando la media de las dos medidas, y en el caso de la toma de una tercera debido a la presencia de una diferencia en las medidas se utilizó la mediana como valor para el estudio. Las medidas fueron tomadas por dos evaluadores estandarizados y certificados con el nivel 1 de ISAK. El peso se cuantificó con una báscula marca SECA

762 (Hamburg Deu.) con una precisión de hasta 500g, la estatura y anchuras fueron tomadas con un antropómetro tipo Martin (GPM, Switzerland), y las anchuras de codo y rodilla con un paquímetro Holtain (Holtain U. K.), los perímetros se tomaron con una cinta metálica (Lufkin W606PM), y los panículos con un plicómetro Holtain (Holtain U. K.).

La antropometrista tomó las medidas en el caso de las mujeres por cuestiones de comodidad y pudor de la participante. El registro se realizó en un área cerrada asignada por las autoridades escolares y con la menor cantidad de ropa para tener acceso a los diferentes sitios anatómicos requeridos, pero sin implicar alguna incomodidad en los participantes.

Los valores de la masa corporal y la estatura se cubrieron en toda la muestra, mientras que otros indicadores antropométricos fueron tomados de una muestra más pequeña por cuestiones de tiempo, o en algunos casos solo se tomó la estatura y el peso porque los participantes solo permitieron que se les tomaran esas medidas, mientras que en otros casos fue posible tomar todo el perfil restringido de ISAK.

6.2.2.3. Manejo de los datos y su análisis: Con los datos de estatura total y el peso se calculó el índice de la masa corporal (IMC), una vez obtenidos estos tres datos se calculó el puntaje Z usando las referencias de la OMS 2007 usando el método LMS para la estatura y para el IMC. En el caso del peso no fue posible debido a que las referencias solo llegan hasta los 10 años debido a que la variación en crecimiento que hay en este periodo puede producir falsos positivos en sobrepeso al no controlar el factor de la estatura que podría estar asociado. De manera paralela usamos como otro referente los resultados de la NHANES en los estudios 82-84 (Najjar y Kuczaraki, 1989), donde se presentan los datos para mexicano-americanos junto con otras poblaciones latinoamericanas estudiadas en esos años en los EUA. En este caso se calculó el *standar deviation score* (SDS)²⁸ restando la media de las referencias para la edad al valor del sujeto dividido sobre la desviación estándar de las referencias. En este caso se pudieron estimar los valores del puntaje z para un mayor número de variables antropométricas como la talla sentado, algunos perímetros panículos y anchuras, aunque

²⁸ Por lo tanto, para fines prácticos usaremos el término SDS para referirnos a la aplicación de los datos de las NHANES 82-84, y el término del puntaje Z para referirnos al mismo calculado por el método LMS para las referencias de la OMS 2007.

tiene el inconveniente de que los datos al no estar normalizados como el método LMS pueden dar resultados con cierto margen de error.

En el caso de las variables como el peso y la estatura para la edad se clasificaron a los sujetos tomando los criterios de CDC, donde se tipificaron a los sujetos que se encontraron por debajo de - 2 desviaciones estándar como con bajo peso o estatura baja para la edad, mientras que aquellos que se ubicaron por encima de las 2 desviaciones estándar, fueron clasificados como con un peso elevado o una estatura elevada para la edad.

Para clasificar el estado nutricional por medio del IMC se usaron los criterios propuestos por la OMS para estimar el sobrepeso ($z > 1$ y $z < 2 = \text{IMC} > 25 \text{ kg/m}^2$ y $\text{IMC} < 30 \text{ kg/m}^2$), obesidad ($z > 2 = \text{IMC} > 30 \text{ kg/m}^2$), delgadez ($z < -2$) y delgadez extrema ($z < -3$).

Para los casos que fue posible se calculó el porcentaje de grasa usando la fórmula de Slaughter *y col.* (1988) y se calculó el Z-Score (método LMS) y condiciones de riesgo como el de pre-obesidad (porcentaje de grasa > 85th centil) y obesidad (porcentaje de grasa > 95th centil) de acuerdo a las referencias norteamericanas para adolescentes en Laurson *y col.* (2011). También se calculó el área muscular y el área grasa del brazo con las fórmulas de Gurney y Jelliffe (1973) y se calculó el SDS con los datos de las NHANES integrados y presentados por Frisancho (1990).

Por el tamaño de la muestra y para optimizar su manejo en los grupos de edad se hacen los análisis en varones en tres grupos, primer grupo de 11.6 a 14.99 años (n=12), un segundo grupo de los 15 a los 16.99 años (n=68) y un tercer grupo de los 17 años en adelante (n=67). Mientras que en el caso de las mujeres se hicieron dos grupos, uno de 15 a 16.99 (n=38) y otro de 17 en adelante (n=16).

Debido al tamaño reducido de participantes en algunos de los grupos de edad, solo presentamos los resultados para los grupos de 15-16.99 y 17 en adelante para ambos sexos, y se omite el grupo de 11.6 a 14.99 años de los varones debido al insignificante tamaño del grupo (12 en total) pues además en el caso de los mestizos solamente se cuenta con 2 sujetos. También se deben tomar con reservas los datos de ambas series femeninas debido a que el tamaño de muestra en el grupo rarámuri es pequeño. Siendo de 6 (de entre 15-16.99 años) y 5 (de 17 años en adelante) sujetos respectivamente. Por lo tanto, las series más relevantes son

las masculinas que incluyen un mayor número de datos, aunque ello no obliga a evitar la presentación de una idea general sobre la situación de las adolescentes de la región, que en el caso de las chicas mestizas puede ser adecuado para el grupo de 15 a 16.99 años.

6.2.2.4 Manejo estadístico: En términos estadísticos se presentan medias, desviación estándar, y frecuencias para casos clasificados, para comparaciones de medias entre grupos se aplica la prueba-t. se aplicaron algunas correlaciones bivariadas y parciales con los indicadores metabólicos y otras variables como la etnicidad para evaluar estados asociados a riesgos en las diferentes poblaciones.

6.2.3. Resultados

6.2.3.1. crecimiento por grupo de edad

Los resultados para los indicadores más generales de crecimiento y estado nutricional como los son la masa corporal o peso, estatura, IMC y la talla sentada, así como el índice córmico se presentan en los cuadros 6 y 8 para varones con edades de 15 a 16.99 y 17 en adelante, y en los cuadros 7 y 9 para mujeres de 15 a 16.99 y 17 en adelante respectivamente. Los cuadros representan los valores para cada grupo, y al final se presenta el dato agrupado que nos permite tener una idea general de ambos grupos como la población adolescente de la región.

6.2.3.1.1. Hombres de 15 a 16.9 años

Cuadro 6. Indicadores de crecimiento en adolescentes masculinos 15- 16.99 años

Variable	N	Rarámuri	N	Mestizos	p=	N	Ambos
Peso (kg)	22	56.10±7.89	46	60.15±10.43	0.11	68	58.84±9.81
		46.0, 82.4		44.5, 103			44.5, 103
SDS peso	22	-0.53±0.62	46	-0.16± 0.81	0.06	68	-0.28±0.77
		-1.43, 1.29		-1.43, 2.83			-1.43, 2.83
Estatura (cm)	22	166.22±5.04	46	169.68±7.05	0.44	68	168.56±.6.63
		157.4,175.6		156, 184.5			156, 184.5
SDS estatura	22	-0.47±0.77	46	0.08±0.98	0.23	68	-0.09±0.95
		-1.61, 1.0		-2.42, 2.18			-2.42, 2.18
Puntaje z estatura	22	-0.88±0.72	46	-0.34±0.86	0.14	68	-0.51±0.84
		-1.96, .39		-2.42, 1.31			-2.42, 1.31
IMC	22	20.29±2.52	46	20.85±3.05	0.45	68	20.67±.2.88
		17.21, 29.69		16.81, 34.41			16.81, 34.41
SDS IMC	22	-.40±.61	46	-.20±.82	0.30	68	-.27±.76
		-1.27, 1.78		-1.36, 2.93			-1.36, 2.93
Puntaje z IMC	22	-0.21±0.81	46	0.01±0.98	0.35	68	-0.07±0.93
		-1.73, 2.24		-1.95, 2.93			-1.95, 2.93
Talla sentado	17	88.0± 2.97	38	88.60± 3.66	0.59	55	88.41±3.45
		82.0, 93.3		83.0, 97.0			82.0, 97.0
SDS talla sentado	17	-0.24±0.74	38	-0.06± 0.85	0.47	55	-0.12± 0.81
		-1.54, 1.22		-1.29, 1.80			-1.54, 1.80
índice córmico	17	53.02± 1.01	38	52.15± 1.28	0.02*	55	52.42±1.26
		50.72, 54.53		48.31, 54.51			48.31, 54.53

Media, DE y rango; SDS= NHANES 82-84 y puntaje z =OMS 2007; *p < 0.05

En el caso de los varones de 15 a 16.99 años se observa que los rarámuri son en general más ligeros y más pequeños que los mestizos tanto en datos brutos como con los datos referenciados para las NHANES 82-84 de poblaciones mexicano americanas, como en el caso de las referencias de la OMS 2007, y aunque los valores son en general más bajos en el caso de los rarámuri como se puede apreciar en el promedio del puntaje Z o el *standard deviation score* (SDS), dichas diferencias no son significativas estadísticamente como lo muestran los valores de *p* para cada indicador.

El comportamiento del peso muestra que ambas poblaciones son un poco más ligeras que los datos para mexicanos en EUA durante la década de los 80. En el caso de la estatura el patrón es similar en el caso de los rarámuri, pues se encuentran muy cerca del cero, pero siguen siendo negativos para ambos referentes con una posición más baja para los referentes de la OMS, mientras que en el caso de los mestizos el valor promedio del SDS (NHANES82-84)

es positivo y cercano a cero, mientras que en el caso del puntaje Z (OMS 2007) se observan valores negativos pero muy cercanos a cero.

Por lo que se refiere al IMC los valores promedio son muy similares y ambos muy cercanos al de las referencias, con una mínima diferencia en el caso de los rarámuri, quienes en general se colocaron cerca del cero, pero por debajo, mientras que los mestizos comparados con los datos de las NHANES están un poco por debajo, y para la OMS están prácticamente en el promedio.

La talla sentado es muy similar entre grupos, en ambos casos el promedio es ligeramente más bajo que el de los datos de referencia, y a pesar de ser más bajitos los rarámuri el IC (índice córmico) es mayor en ellos, lo que sugiere que en general las diferencias en estatura entre poblaciones se explican mayoritariamente por diferencias en las extremidades que son más cortas en los rarámuri.

6.2.3.1.2. Mujeres de 15 a 16.9 años

Cuadro 7 Indicadores de crecimiento en adolescentes femeninos 15- 16.99 años

Variable	N	Rarámuri	N	Mestizos	p=	N	Ambos
Peso (kg)	6	53.87±6.20 43.4, 62.1	32	56.28±8.59 43.10, 84.40	0.51	38	55.9±8.19 43.10, 84.4
SDS peso	6	-0.23±0.42 -0.95, 0.32	32	-0.07±0.67 -1.30, 1.82	0.58	38	-0.10±0.63 -1.30, 1.82
Estatura (cm)	6	159.55±10.83 146.3, 178.0	32	159.8±5.07 149.3, 170.3	0.92	38	159.76±6.12 146.3, 178.0
SDS estatura	6	0.13±1.50 -1.58, 2.70	32	0.07±0.84 -2.02, 1.66	0.88	38	0.08±0.94 -2.02, 2.70
Puntaje z estatura	6	-0.45±1.60 -2.47, 2.27	32	-0.39±0.75 -1.91, 1.11	0.88	38	-0.40±0.91 -2.47, 2.27
IMC	6	21.33±3.35 16.57, 26.39	32	22.02±2.92 15.9, 29.10	0.60	38	21.91±2.95 15.9, 29.10
SDS IMC	6	-0.25±0.67 -1.20, .69	32	-0.09±0.65 -1.58, 1.21	0.59	38	-0.12±0.65 -1.58, 1.21
Puntaje z IMC	6	0.03±1.16 -1.83, 1.50	32	0.31±0.91 -2.02, 1.97	0.50	38	0.27±0.94 -2.02, 1.97
Talla sentado	5	83.72± 3.64 79.0, 88.8	29	85.16± 2.14 81.2, 90.0	0.21	34	84.95±2.39 79.0, 90.0
SDS talla sentado	5	-0.30±0.99 -1.58, 1.14	29	0.04±0.67 -1.21, 1.47	0.32	34	-0.01±0.72 -1.58, 1.47
índice córmico	5	53.71± .61 52.72, 54.30	29	53.16± 1.07 51.06, 55.26	0.27	34	53.25± 1.03 51.01, 55.26

Media, DE y rango; SDS= NHANES 82-84 y puntaje z =OMS 2007; *p < 0.05

Los resultados se presentan en el cuadro 7. En el caso de las mujeres de entre 15 y 16.99 años se observa que las chicas rarámuri son un poco más ligeras que las mestizas tanto en valores absolutos, así como en el valor del SDS para peso. Las estaturas son muy similares entre las mestizas y las rarámuri, y se observan variaciones en el comportamiento de acuerdo a las referencias, pues en las de NHANES 82-84 las rarámuri aparecen con valores más altos, mientras que en las de la OMS tienen valores más bajos²⁹. Para el IMC se observan que muchos casos están en un rango adecuado (más adelante se analizan los casos de sobrepeso y la composición corporal en general) en el caso de las rarámuri se observa que este indicador es un poco más bajo que en las mestizas, contemplando el comportamiento de los valores del puntaje Z y el SDS que es en promedio negativo a pesar de los casos de sobrepeso presentes. En el caso de la talla sentado los valores de las rarámuri son un poco más bajos sin ser estadísticamente diferentes.

El índice cormico muestra valores similares que son un poco más altos entre las rarámuri reproduciendo el comportamiento observado en varones donde se aprecian diferencias en las extremidades entre rarámuri y mestizos.

²⁹ Recordando que los datos de las NHANES son de población de migrantes mexicanos, mientras que en las de la OMS se desprenden de una muestra que incluye diferentes poblaciones de los EU de 1977 y recibieron un tratamiento estadístico y de suavización distinto.

6.2.3.1.3. Hombres 17 años en adelante

Cuadro 8. Indicadores de crecimiento en adolescentes masculinos de 17 años en adelante

Variable	N	Rarámuri	N	Mestizos	p =	N	Ambos
Peso (kg)	23	60.50±8.13	44	63.61±10.94	0.23	67	62.55±10.11
		47.0, 83.2		46.6, 106.4			46.6, 106
SDS peso	23	-0.43±0.79	44	-0.16± 1.04	0.20	67	-0.22 ±0.97
		-1.75, 1.97		-1.78, 3.57			-1.78, 3.57
Estatura (cm)	23	168.67±5.51	44	170.93±6.15	0.14	67	170.15± 5.99
		159.4, 178.5		157.4, 184.1			157.4, 184.1
SDS estatura	23	-0.28±0.89	44	0.55±0.96	0.16	67	-0.06±0.94
		-1.79, 1.50		-2.00, 1.93			-2.00, 1.93
Puntaje z estatura	23	-0.96±0.72	44	-0.67±0.82	0.16	67	-0.77±0.80
		2.25,0.30		-2.43, 1.08			-2.43, 1.08
IMC	23	21.24±2.54	44	21.72±3.08	0.52	67	21.55± 2.9
		18.14, 29.23		16.82, 34.31			16.82, 34.31
SDS IMC	23	-0.33±0.78	44	-0.16±0.89	0.46	67	-0.22±0.85
		1.18, 2.40		-1.61, 2.78			-1.61, 2.78
Puntaje z IMC	23	-0.22±0.85	44	-0.10±0.95	0.59	67	-0.14±0.91
		1.37, 2.10		-2.24, 2.83			-2.24, 2.83
Talla sentado	16	89.41± 2.45	38	90.83± 2.94	0.09	54	90.40± 2.86
		85.1, 94.0		84.2, 97.9			84.2, 97.9
SDS talla sentado	16	-0.23±0.79	38	0.23±0.91	0.08	54	0.09±0.89
		-1.76, 1.31		-2.07, 2.23			-2.07, 2.23
índice córmico	16	53.15± .98	38	52.97± 1.18	0.59	54	53.02± 1.12
		51.59, 54.82		50.82, 52.97			50.84, 52.92

Media, DE y rango; SDS= NHANES 82-84 y puntaje z =OMS 2007; *p < 0.05

En los varones mayores de 17 años se observan valores más altos respecto al grupo de edad anterior en el peso, estatura total, IMC, y la talla sentado. El comportamiento entre grupos es similar pues los rarámuri mostraron valores brutos más bajos y para ambas referencias.

En el caso del peso los rarámuri fueron en promedio 3 kilos más ligeros como grupo, y poco más de dos centímetros más bajos que los mestizos y en el IMC fueron 0.5 kg/m² más ligeros. En la talla sentado fueron 1.5 cm mayores en la longitud, y de acuerdo a casi todas las referencias tanto rarámuri como mestizos tuvieron valores negativos y cercanos al cero, excepto en el caso de la estatura y la talla sentado con los datos de las NHANES, donde los mestizos obtuvieron un promedio que es ligeramente más alto que la media y en el caso de los rarámuri siguió siendo negativo el valor promedio del SDS.

En términos del índice córmico es mínimamente más alto en los rarámuri, pero muy similar al de los mestizos, también se observa que los mestizos muestran una mayor variación en el rango para la mayoría de los parámetros, y que en parte se podría explicar por la mayor representación que tienen como muestra en el estudio.

6.2.3.1.4. Mujeres de 17 años en adelante

Cuadro 9. Indicadores de crecimiento en adolescentes femeninos de 17 años en adelante

Variable	N	rarámuri	N	Mestizos	p=	N	Ambos
Peso (kg)	5	58.36± 6.87	11	59.23±8.12	0.83	16	58.96±7.53
		47.7, 63.9		46.3, 74.1			46.3, 74.1
SDS peso	5	0.21±0.72	11	0.31± 0.84	0.83	16	0.28± 0.78
		-0.90, 0.79		-1.01, 1.85			-1.01, 1.85
Estatura (cm)	5	153.18±4.99	11	159.74±4.96	0.04*	16	157.69
		150.1, 162.0		147.0, 165.2			147.0, 165.2
SDS estatura	5	-1.00± 0.91	11	.018±0.91	0.04*	16	-0.18±1.04
		-1.56, 0.60		-2.13, 1.18			-2.13, 1.18
Puntaje z estatura	5	-1.46±.76	11	-0.47± 0.75	0.04*	16	-0.78± 0.87
		-1.92, -0.13		-2.40, 0.35			-2.40, 0.35
IMC	5	24.86± 2.70	11	23.17± 2.70	0.28	16	23.70± 2.73
		21.17, 27.81		18.74, 27.86			18.74, 27.86
SDS IMC	5	0.81± 0.79	11	0.31± 0.80	0.27	16	0.47± 0.81
		-0.27,1.68		-1.01, 1.69			-1.01, 1.69
Puntaje z IMC	5	1.00± .68	11	0.56±0.72	0.26	16	0.70± 0.72
		0.02, 1.69		-0.70, 1.71			-0.70, 1.71
Talla sentado	4	83.25± 1.72	8	86.16± 1.98	0.03*	12	85.19± 2.31
		81.0, 85.2		83.6, 89.0			81.0, 89.0
SDS talla sentado	4	-0.52± 0.66	8	0.58±0.79	0.04*	12	0.21±0 .90
		-1.38, 0.23		-0.56, 1.69			-1.38, 1.69
índice córmico	4	54.18± 1.27	8	53.42±0.61	0.18	12	53.67± 0.91
		52.59, 55.56		52.65, 54.57			52.59, 55.56

Media, DE y rango; SDS= NHANES 82-84 y puntaje z =OMS 2007; *p < 0.05

La muestra de mujeres de 17 años y mayores, es muy pequeña y se presenta en el cuadro 9. Se observa que el peso aumenta, y la estatura es muy similar al grupo de edad anterior, solo en las mestizas, pues las rarámuri de este segmento o muestreo suelen ser más pequeñas y las diferencias con las mestizas son estadísticamente significativas, e incluso los valores de estatura de este grupo de edad son menores que los del grupo de edad anterior, estas diferencias obedecen al carácter transversal o de secciones cruzadas del estudio que se pueden observar en muchas ocasiones incluso entre los valores de muchas referencias, aparte de tomar en cuenta que las muestras son muy pequeñas por grupo de edad, pero especialmente para la muestra de población rarámuri.

El IMC en ambos grupos es mayor al de las mujeres más jóvenes, observando una mayor acumulación en la masa que es mayor en el caso de las rarámuri, que en este grupo de edad tienen mayor peso y menor estatura que el grupo anterior lo que hace que tengan un IMC mayor incluso frente a las mestizas y que las sitúa con valores positivos pero cercanos a cero. La talla sentado aumenta mínimamente en las rarámuri de este grupo, y en el caso de las chicas mestizas se observa un aumento más importante y que las sitúa medio punto por encima de la media de las referencias, (SDS de -0.52 en rarámuri y de 0.58 en mestizas) las diferencias observadas representan en promedio más de una desviación estándar en términos de los datos de las NHANES.

6.2.3.2. Estado de crecimiento y nutrición

Para tener una idea general del comportamiento de los indicadores de crecimiento y del estado nutricional se presentan a continuación algunas gráficas que nos permitan ver y comparar las proporciones de los sujetos que se ubican en las diferentes condiciones con base en sus valores para el puntaje Z de las NHANES y la OMS 2007.

Dentro de los criterios de evaluación se le dio un mayor peso a los resultados del IMC de acuerdo a los parámetros de la OMS, dado que son las referencias más importantes en un contexto comparativo internacional, aunque las de las NHANES de los 80's son propias para poblaciones mexicanas, pero la importancia de las referencias de la OMS radica en los valores y puntos de corte para el IMC que se desarrollaron intentando que tengan una concordancia adecuada para los puntos de corte equivalentes a los de los adultos de 25 y 30 kg/m² a los 19 años (De Onis *et al.*, 2007). Además, el factor de corrección del método LMS por medio de las potencias de Box-Cox ofrece un medio más preciso que logra corregir el sesgo y una clasificación más adecuada.

Debemos recordar también que los resultados de peso son ilustrativos y no son un indicador idóneo de la condición del sujeto al no contemplar la relación con la estatura y tener un alto grado de variación en la adolescencia ligada a las diferencias en el tiempo de crecimiento y los patrones de maduración, por lo que incluso la OMS no presenta valores de referencia para este indicador en este periodo de crecimiento y como hemos dicho antes solo usaremos el IMC como referente del estado nutricional.

6.2.3.2.1. Peso para la edad

Este indicador nos remite al comportamiento del peso, pero sin permitirnos hablar de sobrepeso u obesidad debido a que el comportamiento del indicador solo nos da una idea de cómo se distribuye el peso para la edad de acuerdo a los referentes de las NHANES.

Varones

En los varones el comparativo se muestra en la figura 13, donde observa que el 96.6% de los mestizos tuvo un peso normal para la edad (entre -2 DE y 2 DE) y un 3.3% de los mismos tuvo peso elevado para la edad. Por su parte los rarámuri tuvieron al 100% de los casos con un peso normal.

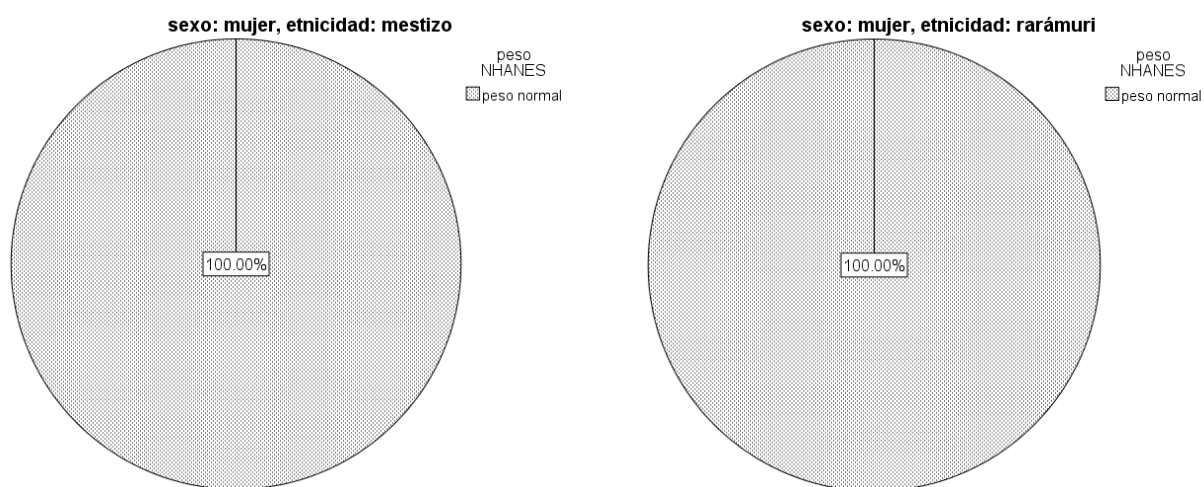
Figura 13. Peso para la edad en varones mestizo y rarámuri, referencias NHANES 82-84



Mujeres

Los resultados se muestran en la figura 14, donde se puede ver que el total de las mujeres mestizas y el de las rarámuri se encuentran con un peso normal para la edad.

Figura 14. Peso para la edad en mujeres mestizo y rarámuri, referencias NHANES 82-84



6.2.3.2.2. Estatura para la edad

La estatura para la edad es un indicador importante sobre las condiciones de crecimiento de los sujetos. Es muy frecuente que se haga notar la necesidad de contar con referentes propios para cada población, (López, y col., 2013) ello con el fin de evitar subestimar o sobreestimar alguna condición llevando a interpretaciones erróneas. Por desgracia en nuestro país no se cuentan con dichas referencias, por ellos usamos tanto los referentes de la OMS, así como los datos obtenidos de mexicanos-americanos de las NAHNES 82-84 y que como veremos a continuación muestran resultados algo diferentes entre sí, replanteándonos la necesidad de contar con referentes propios.

Crecimiento en estatura para hombres por etnicidad

Los resultados de los varones con relación a las referencias de las NHANES 82-84 se muestran en la figura 15 y las de la OMS 2007 en la figura 16.

En los varones mestizos se observa que de acuerdo a los datos de las NHANES el 96.7 % de los voluntarios presentó una estatura normal para la edad, mientras que el 1% fue ubicado como con una estatura elevada para la edad, así mismo el 2.2% de ellos fue ubicado como

con una estatura baja para la edad. Respecto a las referencias de la OMS, un 95.6% se encontró en el rango de una estatura normal para la edad, y el 4.3 % fue clasificado como con una estatura baja para la edad.

Para los rarámuri con respecto a los datos de las NHANES el 98.2 % de los casos se ubicó en el rango de normalidad, y el 1.8% presentó una estatura alta para la edad. Con respecto a las referencias de la OMS el 1.8 % se casos con estatura alta para la edad se mantuvo, pero de acuerdo a estas referencias el 1.8 % se ubicó con una estatura baja para la edad, mientras que el restante 96.4% fue ubicado como con una estatura normal para la edad.

Figura 15. Estatura para la edad en varones mestizo y rarámuri, referencias NHANES 82-84

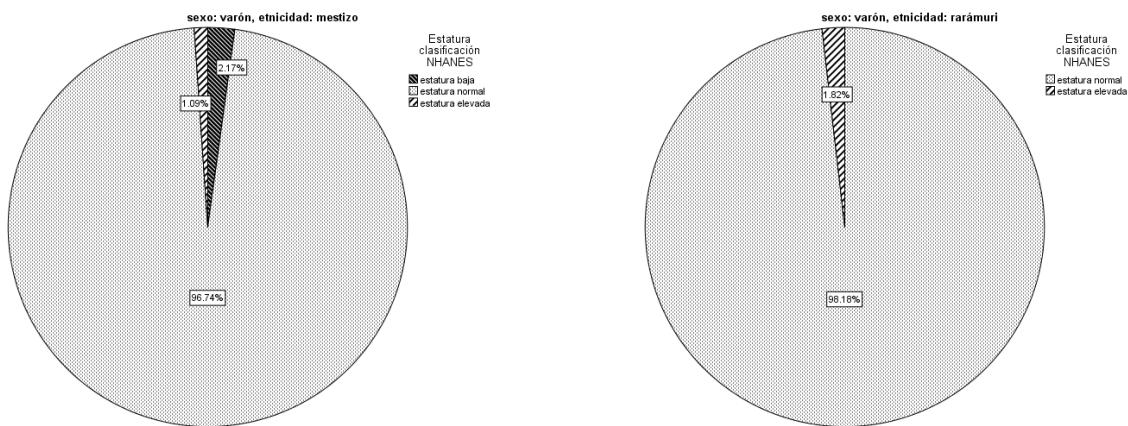
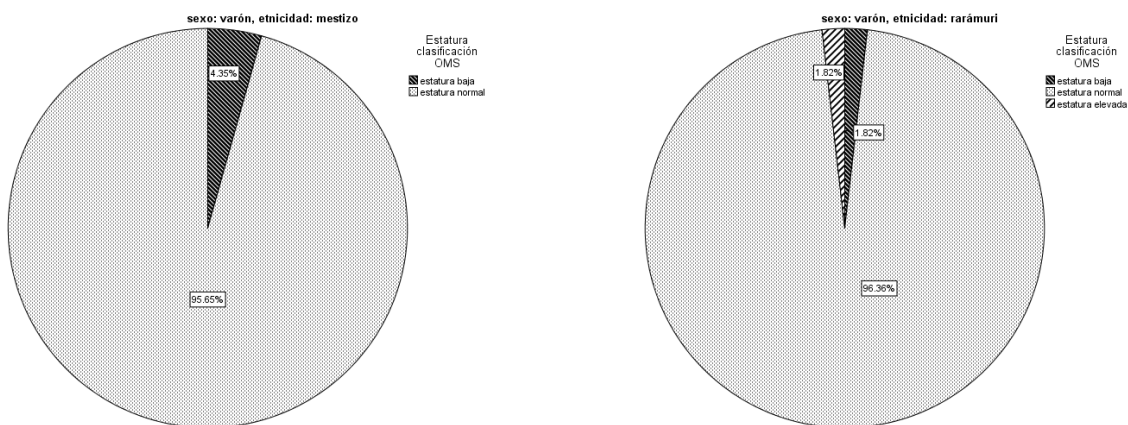


Figura 16. Estatura para la edad en varones mestizo y rarámuri, referencias OMS 2007



Estatura para la edad en mujeres por etnicidad

En el caso de las mujeres los resultados de la estatura para la edad se muestran en las figuras 17 y 18.

Las mujeres mestizas de acuerdo a los datos de la NHANES muestran que el 95.35 % se situó en el rango de normalidad, y un 4.65% de los casos presentó una estatura baja para la edad. Mientras que, con las referencias de la OMS, el 2.33 % se ubicó como con una estatura baja para la edad y el 97.67% presentó una estatura normal para la edad.

En las mujeres rarámuri el 9.1 % de ellas se ubicó con una estatura elevada para la edad con base en los datos de las NHANES, mientras que el restante 90.9% se encontró dentro del rango de normalidad. Con las referencias de la OMS 2007 el 9.1% de las mujeres tuvo una estatura elevada par a edad, pero el 9.1 % de las mujeres de este grupo se ubicó como con una estatura baja para la edad, lo que redujo al 81.8% la proporción de casos con una estatura normal para la edad.

Figura 17. Estatura para la edad en mujeres mestizo y rarámuri, referencias NHANES 82-84

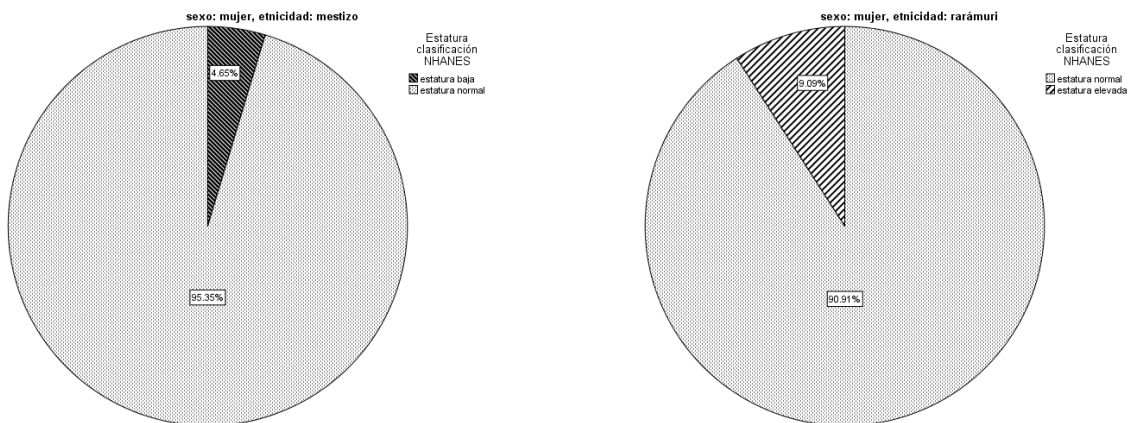
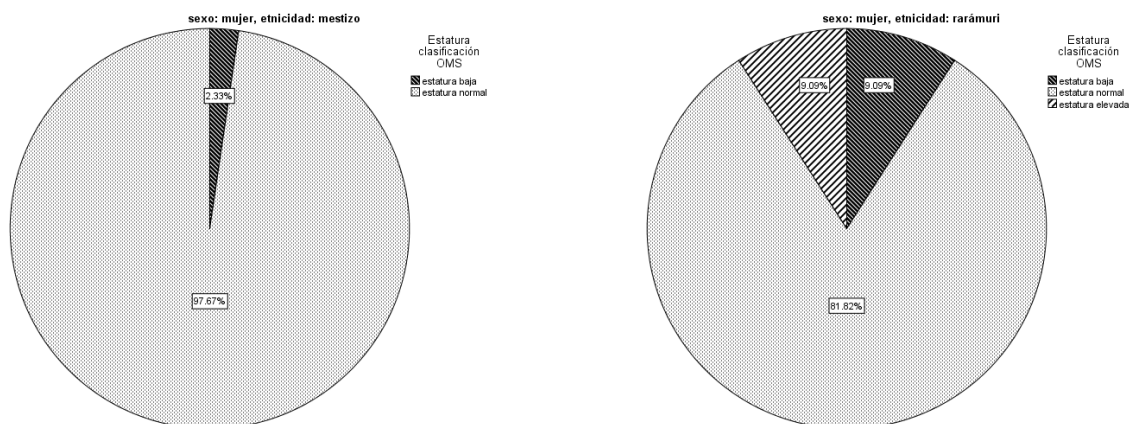


Figura 18. Estatura para la edad en mujeres mestizo y rarámuri, referencias OMS 2007



6.2.3.2.3. Estado de nutrición por medio del IMC

Estado de nutrición en varones

Los datos del estado nutricional para los varones se muestran en la figura 19 con los datos de las NHANES y en la figura 20 de acuerdo a los datos de la OMS.

Con respecto a los datos de las NHANES ambos grupos mostraron porcentajes bajos de sobrepeso y obesidad. En los mestizos el 6.5% mostró sobrepeso y el 3.3% obesidad con el restante 90.2% en el rango de normalidad. En el caso de los rarámuri el sobrepeso y la obesidad fueron menores, con el 1.8% en sobrepeso y el 1.8% de obesidad dejando el 96.4% restante con un IMC normal.

De acuerdo a las referencias de la OMS los mestizos presentan una mayor proporción de casos con sobrepeso (10.9%) y también más casos con obesidad (4.3%). Con estas referencias también se detectó el 1% de los casos con delgadez. Por tanto, el número de sujetos dentro del rango normal fue menor, alcanzando el 83.7%.

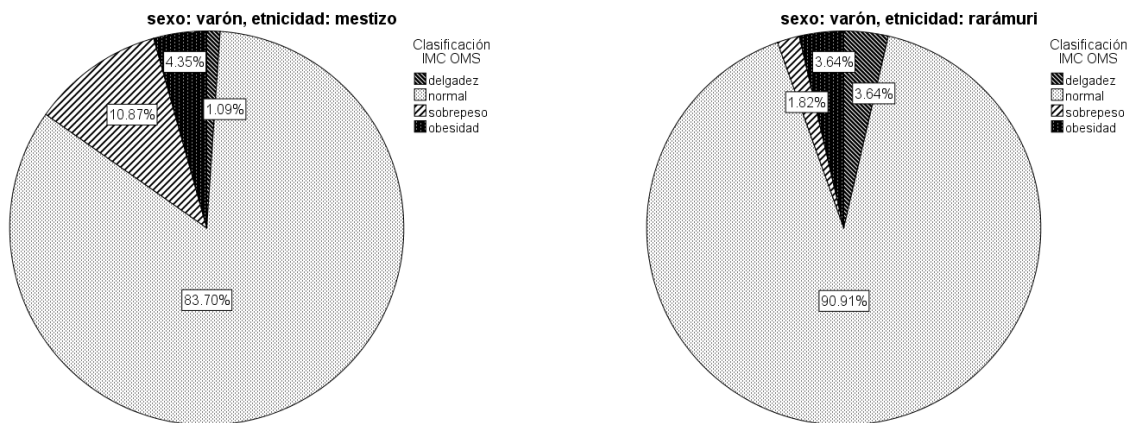
En los varones rarámuri se observa que el porcentaje de casos con sobrepeso se mantiene en 1.8%, mientras que los casos de obesidad se duplica alcanzando el 3.6%. Finalmente se

observa una mayor frecuencia de sujetos con delgadez que fue el 3.6 % por ello el número de casos en el rango normal es de 90.1%.

Figura 19. Estados nutricionales con las referencias de las NHANES 82-84 en hombres mestizos y rarámuri



Figura 20. Estados nutricionales con las referencias de la OMS 2007 en hombres mestizos y rarámuri



Estado de nutrición en mujeres

El estado de nutrición para las mujeres se muestra en las figuras 21 (NHANES) y 22 (OMS).

De acuerdo con los datos de las NHANES constatamos que la única condición observada en mujeres fue el sobrepeso para ambos grupos siendo más frecuente entre las rarámuri con un

18.2 %, mientras que en las mestizas fue del 11.6 %, por tanto, los individuos con un IMC normal fueron el 81.8% de las rarámuri y el 88.4 % de las mestizas.

De acuerdo con las referencias de la OMS la obesidad sigue ausente, y el número de sujetos con sobrepeso aumenta para ambos grupos, es proporcionalmente mayor el aumento en las mestizas al cambiar de referencias, aunque el valor total al final es ligeramente mayor en las rarámuri quienes tienen un 27.3% de sujetos con sobrepeso, mientras que en las mestizas es el 25.6%, el porcentaje de casos en el rango normal es similar siendo del 72.7 % en las rarámuri y del 72.1% en las mestizas. Finalmente, en estas últimas un 2.3% de los casos fueron ubicados como con delgadez de acuerdo a los valores de la OMS.

Figura 21. Estados nutricionales con las referencias de las NHANES 82-84 en mujeres mestizas y rarámuri

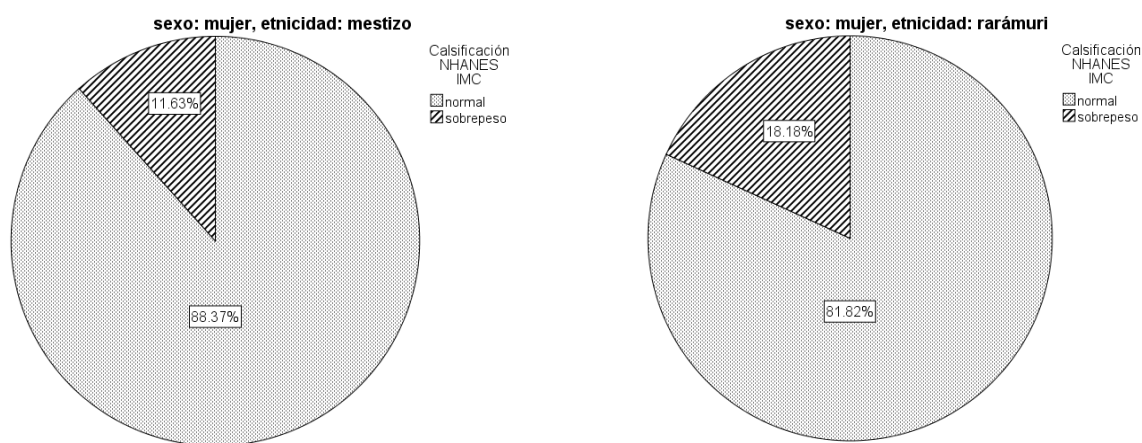
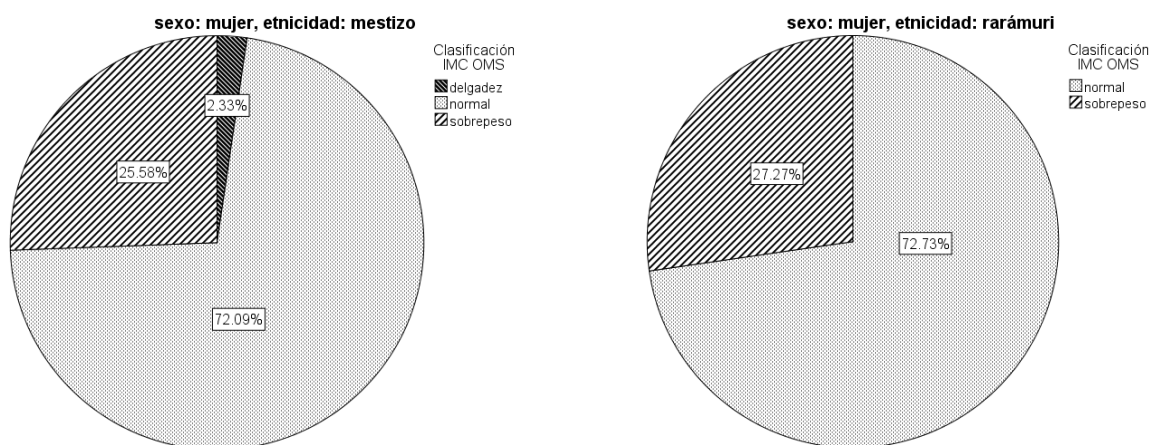


Figura 22. Estados nutricionales con las referencias de la OMS2007 en mujeres mestizas y rarámuri



6.2.3.2.4. Estado de crecimiento y nutricional para cada población

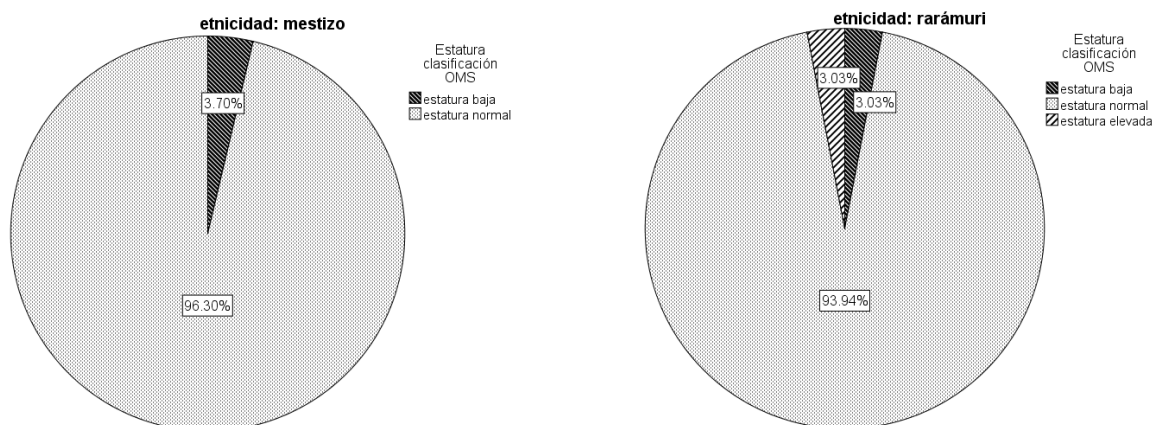
Estatura para la edad

En este apartado hacemos un comparativo entre rarámuri y mestizos, haciendo uso únicamente de los referentes de la OMS2007, combinando ambos sexos y todos los grupos de edad para identificar el comportamiento general en cada población.

Los resultados para la estatura se muestran en la figura 23 donde podemos ver que en los mestizos un mayor número de casos se ubica con una estatura normal para la edad que es del 96.3% frente al 93.9% de los rarámuri. La estatura elevada para la edad solamente se presentó entre los rarámuri con un 3.03%. En ambos grupos es posible observar una proporción similar de casos con estatura baja con una mínima diferencia en mestizos que alcanzan el 3.7%, mientras que en los rarámuri es del 3.03%.

La “estatura baja” se distribuye de manera similar en ambas poblaciones, por lo que se puede asumir con base en este indicador que la afectación del crecimiento es similar entre ambas poblaciones, aunque la estatura promedio no lo sea, y tampoco el comportamiento entre sexos, especialmente en los rarámuri.

Figura 23. Estado de crecimiento en estatura, referencias de la OMS2007, mestizos y rarámuri



Estado nutricional entre poblaciones.

Los resultados del estado nutricional para cada grupo se muestran en la figura 24, donde se observa que una mayor proporción de los rarámuri se encuentra en el rango de normalidad (87.9% vs 80%). La condición de delgadez fue más frecuente en los rarámuri quienes en un 3.03% de los casos mostraron esta condición frente al 1.5% de los mestizos.

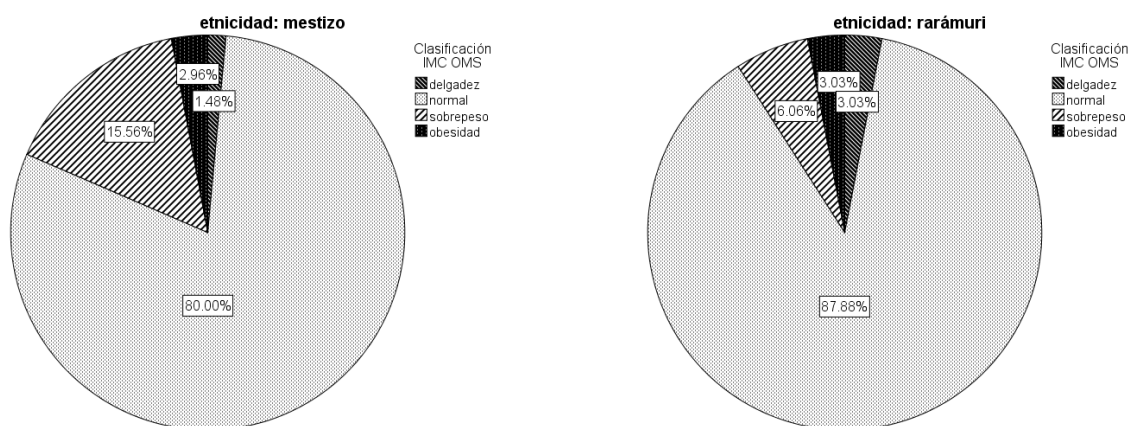
Los datos de la ENSANUT 2012 refieren que la media estatal en el medio rural para el sobrepeso fue del 25.8 % (INSP, 2013), en nuestras observaciones ambas poblaciones presentan un porcentaje menor a tal cifra. El sobrepeso fue más frecuente entre los mestizos con un 15.6% de los casos frente al 6.1% de los rarámuri. Finalmente, la obesidad fue muy similar entre poblaciones, y por una décima de punto porcentual más alta entre los rarámuri con un 3.03% frente al 2.9% de los mestizos, que en ambos casos se encontró que estaban en el comportamiento esperado, pues el promedio estatal de obesidad referido en la ENSANUT 2012 fue del 3 %.

La sumatoria o combinación de sobrepeso y obesidad fue del 18.5 % en los mestizos y del 9 % en los rarámuri que en ambos casos es menor a los valores encontrados en la ENSANUT 2012 para el contexto rural del estado de Chihuahua fue del 28.8 %.

Estos resultados muestran que hay una reducción en los niveles de sobrepeso que coincide con la tendencia observada en el comparativo de la ENSANUT 2012 y la de 2006, aunque se

mantiene una mayor prevalencia en las mujeres. Los valores muestran una tendencia a la baja hablando en términos estatales, pero ante la ausencia de otros antecedentes de investigación no podemos referir el comportamiento puntual en la población o región de manera concreta.

Figura 24. Estados nutricionales con las referencias de la OMS2007 en mujeres mestizas y rarámuri

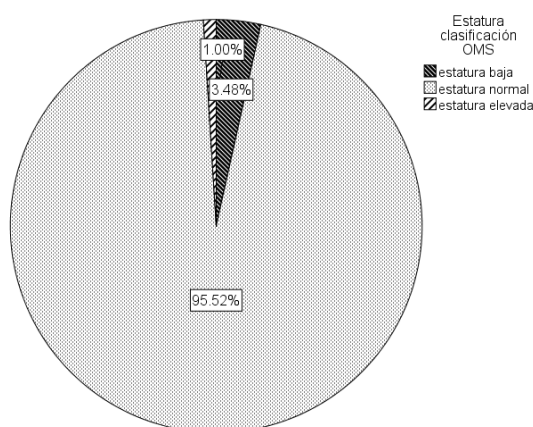


6.2.3.2.5. Crecimiento y nutrición como población serrana (Mpio. Guachochi)

Estatura para la edad

Llamando a la combinación de ambos grupos población serrana podemos observar con respecto a la estatura lo que se muestra en la figura 25. En ella se observa que el 1% tuvo una estatura elevada para la edad, mientras que el 3.48% de los casos tuvo una estatura baja para la edad. El resto de la muestra presentó una estatura normal para la edad

Figura 25. Estatura para la edad en la población serrana (Guachochi) acorde a las referencias de la OMS 2007.



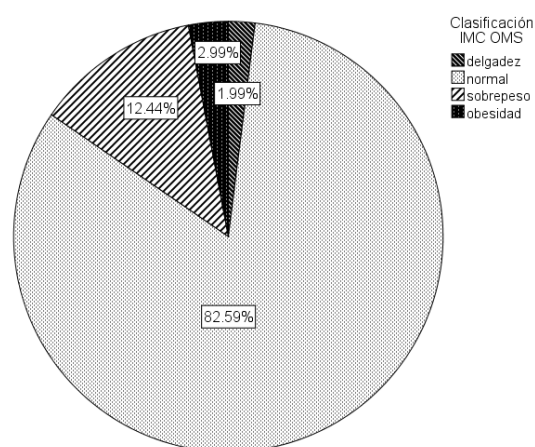
Estado nutricional

El estado nutricional de la población se muestra en la figura 26. En ella se puede observar que el 82.59 % se encontró en el rango de normalidad en este indicador. En tanto el 1.99% presenta delgadez y los riesgos relacionados con un peso bajo.

El 15.43 % presentó una condición de riesgo ligada al sobrepeso (sobrepeso u obesidad) que es alrededor de la mitad del porcentaje referido por la ENSANUT 2012 (28.8 %). De dicha cifra el 12.44 % se refiere al sobrepeso, que resultó ser menor al 25.8 % referido en la ENSANUT, también se observa que la obesidad es del 2.99%, cuya cifra coincide con la observada en la ENSANUT.

Hasta este momento el sobrepeso es una condición de riesgo en estas poblaciones que tiende a aumentar con la edad y presenta cifras elevadas, especialmente en la edad adulta como lo refieren los datos de Christensen y colaboradores (2012) en la población rarámuri, aunque en términos comparativos con las generaciones anteriores, esta cohorte de jóvenes muestra una tendencia a la baja.

Figura 26. Proporción de casos de acuerdo al estado de nutrición a partir del IMC para la edad en la población serrana estudiada con base en las referencias de la OMS 2007.



6.2.3.2.6. Indicadores de composición corporal

En este apartado se buscan evaluar algunos componentes de la composición corporal tomando como indicadores el área muscular y grasa del brazo, así como el porcentaje de grasa para ver sus cambios con la edad y entre poblaciones.

Hombres

Utilizamos las mediciones de la cantidad y proporción de músculo (más hueso) y grasa en la porción media del brazo como un indicador aproximado, ya que fue propuesto para preescolares, pero su uso se ha extendido para otras edades, aunque su interpretación en jóvenes y adultos no está bien esclarecida. Sin embargo, su valor es apreciable cuando se

comparan personas de un mismo grupo, como lo hacemos aquí. Los resultados para hombres se muestran en los cuadros 10 y 11 para 15 a 16.9 años y 17 en adelante respectivamente, cabe mencionar que en ningún grupo de edad se observaron diferencias estadísticamente significativas en las variables analizadas.

Observamos que el indicador de muscularidad (área muscular del brazo; AMB) es mayor en los mestizos en ambos grupos de edad, así mismo los valores estandarizados de acuerdo a los valores presentados por Frisancho (1990) que en ambos casos los promedios son negativos y se ubican entre 0 y -1.

En el caso del indicador de adiposidad (área grasa del brazo; AGB) en el grupo más joven los rarámuri presentan un valor promedio ligeramente más alto, así mismo para los valores estandarizados (SDS), pero en el grupo de mayor edad (17 en adelante) se observa que el valor es menor en los rarámuri, y en el caso de los mestizos se observa que el valor del AGB aumenta, lo que se traduce en un valor promedio más bajo en los rarámuri frente a los mestizos.

El porcentaje de grasa en ambos grupos de edad es más bajo en los rarámuri tanto en los valores brutos como estandarizados, y el valor es menor en el grupo de edad más avanzado para ambas poblaciones y fue menor al promedio de la población de referencia.

Cuadro 10. Indicadores de composición corporal para adolescentes masculinos 15- 16.99 años

Variable	N	Rarámuri	N	Mestizos	p=	N	Ambos
AMB (cm ²)	17	41.86±4.96	39	42.62±6.62	0.67	56	42.39± 6.13
		34.5, 52.11		28.53, 65.75			28.53, 65.75
SDS AMB (Frisancho,1990)	17	-0.81±0.54	39	-0.69±0.65	0.53	56	-0.73±0.61
		-1.81, 0.55		-2.41, 1.32			-2.41, 1.32
AGB (cm ²)	17	11.72±5.51	39	11.38±4.66	0.81	56	11.49±4.89
		7.04, 30.75		5.35, 29.88			5.35, 30.75
SDS AGB (Frisancho,1990)	17	-0.17±0.58	39	-0.20±0.51	0.85	56	-0.19±0.52
		-0.72, 1.77		-0.90, 1.90			-0.90, 1.90
Porcentaje de grasa	17	13.79±5.60	38	14.27±5.24	0.76	55	14.12±5.31
		8.50, 32.75		7.17, 34.95			7.17, 34.95
Puntaje Z grasa corporal referencias EU	17	-0.36±0.61	38	-0.28±0.61	0.68	55	-0.31±0.60
		-1.24, 1.34		-1.61, 1.45			-1.61, 1.45

SDS= *Standar Deviation Score*; AMB= área muscular del brazo; AGB= área grasa del brazo; *p < α =0.05

Cuadro 11. Indicadores de composición corporal para adolescentes masculinos 17 años en adelante

Variable	N	Rarámuri	N	Mestizos	p=	N	Ambos
AMB (cm ²)	16	44.52±4.27	39	48.33±11.35	0.20	55	47.24±9.94
		38.86, 54.91		26.39, 86.06			26.39, 86.06
SDS AMB (Frisancho,1990)	16	-0.77±0.49	39	-0.48±1.06	0.30	55	-0.56±0.94
		-1.51,0.38		-2.08, 3.07			-2.08, 3.07
AGB (cm ²)	16	11.28±6.10	39	12.79±6.04	0.41	55	12.35±6.04
		5.84, 29.78		5.43, 31.18			5.43, 31.18
SDS AGB (Frisancho,1990)	16	-0.31±0.72	39	-0.12±0.68	0.36	55	-0.17±0.69
		-1.02, 1.90		-1.05, 2.05			-1.05, 2.05
Porcentaje de grasa	16	12.42±5.46	39	13.90±4.80	0.35	55	13.47± 5.00
		8.20, 30.40		8.20, 29.37			8.20, 30.40
Puntaje Z grasa corporal referencias EU	16	-0.70±0.67	39	-0.43±0.59	0.14	55	-0.50±0.62
		-1.50, 1.15		-1.50, 1.09			-1.50, 1.15

SDS= *Standar Deviation Score*; AMB= área muscular del brazo; AGB= área grasa del brazo; *p < α=0.05

Mujeres

Los valores para las mujeres se muestran en los cuadros 12 y 13. En ellos se observa que las mujeres rarámuri presentaron valores más altos en el indicador de muscularidad (AMB) y valores más bajos en el indicador de adiposidad (AGB) tanto en valores brutos como estandarizados sin observarse diferencias significativas entre grupos. También se observaron valores más bajos en las rarámuri en el indicador de adiposidad global como lo es el porcentaje de grasa, donde los valores referenciados de las rarámuri en promedio las ubican por debajo de los valores norteamericanos. Recordamos que son pocos casos y solo generan una imagen muy general de las características de las poblaciones evaluadas.

Por lo tanto, los datos aquí analizados muestran que no hay diferencias importantes ni significativas en la composición corporal entre los rarámuri y los mestizos del poblado de Guachochi, aunque se puede señalar que los rarámuri de ambos sexos tienden a ser más magros que los mestizos en general, en el caso de las mujeres el tejido magro es mayor al de las chicas mestizas y presentan menor cantidad de grasa. Situación que nos lleva a pensar que muchos de los casos que se ubican con un peso por debajo del promedio de acuerdo al IMC no necesariamente nos hablen de carencias nutricionales importantes, sino de características somáticas distintas, por lo que es necesario que sean evaluados con valores de referencia más adecuados. Y complementando la descripción que hace Cerqueira y col.

(1979) podemos decir que aparte de ser más pequeños y ligeros en general los rarámuri son más magros que las poblaciones de mestizos y las poblaciones norteamericanas.

Cuadro 12. Indicadores de composición corporal para adolescentes femeninos 15- 16.99 años

Variable	N	Rarámuri	N	Mestizos	p=	N	Ambos
AMB (cm ²)	5	32.11±3.28 27.39, 36.38	28	31.79±5.19 23.44, 42.57	0.89	33	31.84± 4.91 23.44, 42.57
SDS AMB (Frisancho,1990)	5	-0.30±0.47 -0.93, 0.37	28	-0.33± 0.70 -1.44, 1.25	0.92	33	-0.32±0.66 -1.44, 1.25
AGB (cm ²)	5	18.75±4.40 12.69, 24.55	28	20.91± 7.00 7.80, 39.72	0.51	33	20.58± 6.66 7.80, 39.72
SDS AGB (Frisancho,1990)	5	-0.38±0.44 -.99, .10	28	-0.13± 0.65 -1.13, 1.49	0.41	33	-0.16±0.62 -1.13, 1.49
Porcentaje de grasa	5	23.44±3.70 17.79, 27.30	28	26.41± 5.19 16.20, 39.50	0.23	33	25.96± 5.06 16.20, 39.50
Puntaje Z grasa corporal referencias EU	5	-0.40±0.59 -1.35, .14	28	0.003± 0.68 -1.52, 1.49	0.21	33	-0.05±0.68 -1.52, 1.49

SDS= *Standar Deviation Score*; AMB= área muscular del brazo; AGB= área grasa del brazo; *p < α =0.05

Cuadro 13. Indicadores de composición corporal para adolescentes femeninos 17 años en adelante

Variable	N	Rarámuri	N	Mestizos	p=	N	Ambos
AMB (cm ²)	4	38.33± 4.68 31.34, 41.01	9	35.21±7.18 28.74, 51.74	0.44	13	36.17± 6.48 28.74, 51.74
SDS AMB (Frisancho,1990)	4	0.25± 0.53 -0.54,0 .56	9	-0.02±0.77 -0.82, 1.78	0.53	13	0.06±0.69 -0.82, 1.78
AGB (cm ²)	4	22.93± 4.68 18.38, 28.53	9	25.54± 5.10 17.46, 32.40	0.40	13	24.74±4.94 17.46, 32.40
SDS AGB (Frisancho,1990)	4	-0.07±0.36 -0.42,0 .36	9	0.11± 0.40 -0.50, 0.65	0.43	13	0.06±0.38 -0.50, 0.65
Porcentaje de grasa	4	27.15±4.84 22.06, 33.28	8	29.62±5.13 22.55, 35.84	0.44	12	28.79±4.95 22.06, 35.84
Puntaje Z grasa corporal referencias EU	4	-0.01± 0.65 -0.72, 0.79	8	0.28± 0.69 -0.77, 1.07	0.49	12	0.18±0.66 -0.77, 1.07

SDS= *Standar Deviation Score*; AMB= área muscular del brazo; AGB= área grasa del brazo; *p < α =0.05

6.2.3.2.7. Adiposidad y obesidad

Es muy común que con base en las recomendaciones de órganos como la OMS se aplique de manera rutinaria el IMC para determinar obesidad en los diversos sectores de la población, aunque en sentido estricto obesidad se refiere a una acumulación excesiva de tejido adiposo. Por ello en este apartado revisamos el comportamiento de las muestras de acuerdo al porcentaje de grasa que ha sido estandarizado de acuerdo a los valores presentados por Laurson y col. (2011) para preadolescentes y adolescentes norteamericanos, definiendo pre-obesidad (<95th centil y > 85th centil) y obesidad (>95th centil).

Los resultados se muestran en las figuras 27 y 28 para hombres y mujeres respectivamente de acuerdo a la etnicidad. Es importante notar que no se observó ningún caso por encima del centil 95, y todos los casos observados son de pre-obesidad.

Hombres

En los hombres se observa que las proporciones son muy similares, aunque hay un mayor número de sujetos con pre-obesidad en los rarámuri pues hay un 4.76 % frente al 3.85% en los mestizos. Es importante notar que los resultados muestran un patrón diferente al que refleja el estado nutricional por medio del IMC que refiere un patrón opuesto con un mayor número de sujetos con sobrepeso y obesidad en los mestizos.

Figura 27. Adiposidad en hombres.

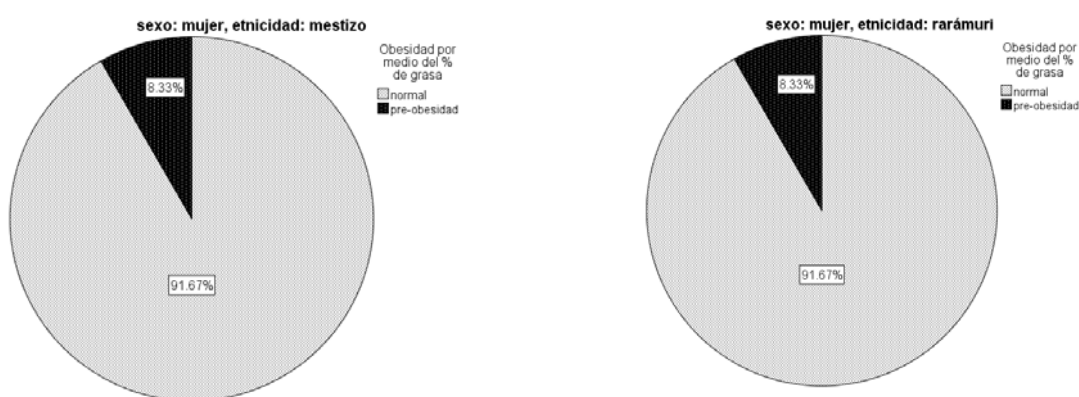


Mujeres

En las mujeres se observa que la proporción de casos con pre-obesidad fue idéntico entre grupos, pues tanto rarámuri como mestizas muestran un 8.33%. De manera similar a lo observado en los hombres, no hay una concordancia directa con las proporciones de sobrepeso observadas (25.58% y 27.27%) por medio del IMC, pues solo una tercera parte de esta proporción presentó un nivel de adiposidad elevado (8.33%).

Este comportamiento en ambos sexos se puede explicar debido a que los valores empleados para construir las referencias provienen de cohortes distintas, pues la muestra para el IMC de la OMS proviene de una muestra norteamericana de 1977 junto con valores del muestreo multicéntrico, mientras que los valores de adiposidad norteamericanos provienen de una cohorte de inicios del siglo XXI (1999-2004). Por lo que los incrementos en los niveles de sobrepeso³⁰ provocan que los puntos de corte se desplacen en la campana, y haya una sub-identificación con las referencias más recientes.

Figura 28. Adiposidad en mujeres.



6.2.4. Discusión sobre el estado de crecimiento y nutrición

Los resultados aquí presentados siguen un comportamiento similar al que ya han referido autores como Cerqueira y colaboradores (1979), quienes también observan que los rarámuri muestran una estatura más baja con respecto a otras poblaciones como las norteamericanas,

³⁰ CDC: Prevalence of Obesity Among Children and Adolescents: United States, Trends 1963-1965 Through 2007-2008. Ogden, C., y Carroll, M., rescatado el 21 de junio de 2016 de www.cdc.gov/nchs/data/hestat/obesity_child_07_08/obesity_child_07_08.htm

en este caso el patrón es similar con respecto a los mestizos. La estatura más baja en los rarámuri se puede observar desde la edad escolar como lo muestran los resultados presentados por De la Torre y colaboradores (2014).

Respecto al comportamiento de las referencias las de la OMS frente a las de las NHANES de los 80's, las primeras tienden a clasificar un mayor número de casos para ambas poblaciones en condiciones más bajas, aunque no necesariamente patológicas. El comportamiento de los datos respecto a cada referencia se puede explicar por el origen, que se fundamenta en datos de otras poblaciones con antecedentes genealógicos afines a las poblaciones anglosajonas, africanas y de otros países en el caso de la OMS 2007, mientras que los datos de las NHANES parecen ajustar mejor la distribución para los mestizos debido a que provienen de una muestra de mexicano americanos que son más similares a los mestizos, pero no así para los rarámuri quienes en general son más bajos en el comparativo.

También es importante considerar el manejo estadístico, ya que los datos de referencia de las NHANES se analizan por medio del SDS, en donde no se controla el sesgo en la distribución, mientras que el método LMS por medio de las potencias de Box-Cox busca controlar el sesgo. Autores como Stupnicki, (2012) plantean que la estatura suele ser el único parámetro antropométrico que puede tener una distribución normal a diferencia de otros parámetros, especialmente los de masa y composición corporal.

Los resultados previamente presentados muestran que tanto los varones rarámuri como los mestizos presentan frecuencias de sobrepeso y obesidad menores a los observados en el promedio estatal reportado en la ENSANUT 2012 para el estado de Chihuahua, (INSP, 2013), donde se observó que la frecuencia de sobrepeso fue del 18%, mientras que la obesidad fue del 12.1% y combinados alcanzaron el 30.1%. Nuestros datos mostraron que en los varones mestizos el sobrepeso fue del 10.9 % y la obesidad del 4.3%, y en conjunto sumaron 15.2%, y en los rarámuri el 1.8 % presentó sobrepeso y el 3.6 % obesidad que sumados alcanzaron el 5.4%. Observando así que la obesidad mantuvo su proporción mientras que el sobrepeso fue menor respecto a los valores estatales en zonas rurales.

En el caso de las mujeres el promedio estatal fue del 22.2% para sobrepeso y el 10.7% para obesidad, con una sumatoria de 32.9 % (SP+O). En el caso de las mujeres mestizas se observó que el sobrepeso fue del 25.6%, proporción que supera a la media estatal, pero la ausencia de

casos de obesidad mantuvo la sumatoria de sobrepeso más obesidad por debajo de la media estatal.

En el caso de las mujeres rarámuri el porcentaje de sobrepeso fue del 27.3% que fue mayor al de las chicas mestizas y a la media estatal, pero al igual que las chicas mestizas no se observan casos de obesidad por lo que la sumatoria o combinación de sobrepeso más obesidad fue menor a la media estatal.

El sobrepeso y la obesidad fueron más frecuentes en los mestizos. En general como población serrana o rural los resultados coinciden con el patrón reportado en la ENSANUT 2012, donde para el Estado de Chihuahua se observa que el sobrepeso es más frecuente en las comunidades rurales, mientras que la obesidad es más frecuente en los centros urbanos.

Otro resultado importante sobre los resultados del IMC, es que en las mujeres el sobrepeso fue más frecuente para ambos grupos, estando ausente la obesidad que al parecer es más frecuente entre los varones, así como la delgadez. También se observa que hay un comportamiento distinto en los rarámuri, donde el sobrepeso fue menos frecuente en los varones y más frecuente en las mujeres, mientras que la delgadez fue más frecuente en varones que en mujeres.

Al parecer los principales problemas ligados con el sobrepeso se observan en el sexo femenino tanto en mujeres mestizas como en rarámuri. En estas últimas ya se ha reportado una incidencia elevada de sobrepeso u obesidad como lo presentaron Monárrez y Greiner (2000). Por lo que resulta importante estudiar las dinámicas de género en la región y algunos factores de riesgo como la dieta y la actividad física, pues hay que considerar que el ideal de belleza entre los rarámuri puede propiciar el aumento de peso en las mujeres, pues una mujer más rolliza resulta mucho más aceptable o afín a los ideales de belleza en los términos culturales de este grupo. Es importantes subrayar que, en ambos sexos, pero especialmente en las mujeres, y entre ella más en las rarámuri, se observa que con la edad aumentó el IMC, y si bien aumentaron tanto el peso como la estatura en ambos sexos, el aumento en el IMC nos indica que la relación entre peso y estatura se modificó con la edad, reflejando un aumento del peso que es mayor al de la estatura.

Según estos resultados se observa que el sobrepeso es una condición más frecuente entre los mestizos independientemente de las referencias empleadas. Las observaciones hechas por De la Torre y colaboradores (2014) muestran que en gran medida el mayor número de mestizos con sobrepeso se puede explicar por el tipo de dieta, donde predominan los alimentos de origen animal, lo que aumenta la cantidad de grasa y colesterol desde edades tempranas, mientras que en términos de actividad física en los mestizos el acceso a dispositivos electrónicos y otros medios entretenimiento basados en la tecnología pueden favorecer un estilo de vida más sedentario en el tiempo libre, además de que el acceso a vehículos automotores también impacta la forma de transportación. El desarrollo del sobrepeso se asocia en muchos casos con la cantidad y calidad de la dieta, pues en muchos casos los patrones de actividad física suelen ser altos en la región por diversas razones; entre las que destacan la ausencia de transporte público, lo que promueve la caminata regular que es una actividad de ligera a moderada pero que se realiza diariamente, condición que ayuda a reducir algunos riesgos especialmente en los individuos de los estratos más bajos, quienes no tienen acceso a camionetas y autos particulares, poniendo a los individuos de las clases más privilegiadas en un mayor riesgo de desarrollar esta condición debido a que ellos tienen un mayor acceso a los vehículos particulares, así mismo tienen mayor acceso a medios como la televisión de paga y videojuegos o computadoras. Lo anterior podría generar tendencias o condiciones de riesgo en algunos sectores, pero no ser exclusivo de los mismos, por lo que resulta importante determinar puntualmente los factores de riesgo en ambas poblaciones.

Las condiciones de estatura baja para la edad son detectables en ambas referencias, pero las de la OMS son más sensibles para detectar estos casos. Finalmente, se debe notar que en el caso de los mestizos las condiciones de riesgo son muy similares a las de los rarámuri. Lo que nos lleva a reflexionar sobre los sesgos indigenistas y modernizadores en las políticas públicas de la región, que suelen concentrar mucha de su atención en los indígenas, ello debido a la construcción del indígena primitivo y atrasado que han referido autores como Sariego-Rodriguez (2000) lo que ha llevado a poner en el centro de la actividad estatal a las población indígenas, dejando fuera a aquellos individuos que se podrían ubicar en condiciones de riesgo similares, y al no ser indígenas son excluidos de un trato similar o del acceso a los mismos recursos, beneficios o mejor dicho paliativos sociales.

6.3. Tendencia secular en el crecimiento de los rarámuri

6.3.1. Cambios con el tiempo en el crecimiento en peso y estatura

En este apartado hacemos un análisis comparativo para evaluar si ha habido cambios en el crecimiento de las poblaciones rarámuri durante el último siglo en indicadores como la estatura, peso, talla sentado y el índice córmico. Para ellos retomamos los datos de Basauri (1929) que realizó en individuos rarámuri de ambos sexos durante su trabajo en los años de 1925 y 1926 tomados en adultos con edades en varones de 30 años, y en mujeres de 25 a 30 años. De los setentas se toman los datos de Cerqueira y colaboradores (1979) el estudio se realizó en los años 1973 y 1974, de ellos tomamos los datos de 15 a 18 años que son comparables con nuestro grupo de edad, pero también se discuten sus datos de adultos. Otro referente de la época es el caso de Drusini y Tommaseo (1981) tomados en 1978, aunque las edades no se presentan se asume son adultos, finalmente se retoman los datos de Christensen y colaboradores (2012) que fueron registrados en otoño de 2010 en adultos de entre 30 y 60 años aproximadamente. Nuestros datos se presentan al final de los cuadros y cubren adolescentes de 15 a 18 o 19 años que fueron tomados durante la primavera de 2010 a la primavera de 2014.

6.3.2. Tendencias del crecimiento en varones

En el cuadro 14 se muestran los datos para varones y en las figuras 29 y 30 los datos para estatura y peso respectivamente.

6.3.2.1. Peso

En los varones se observa que la muestra de principios del siglo pasado Basauri presenta un peso promedio de 60 kg, que aparentemente sería mayor a la de los sujetos evaluados por Cerqueira y los de Drusini y Tommaseo, pero en el caso de Cerqueira y colaboradores se explica porque el grupo de edad presentado es de adolescentes, con edades similares a las de nuestra muestra, aunque el peso de los adultos del mismo estudio (Cerqueira y col. 1979) presenta el valor de 60 kg. (60 ± 9 kg) que es el mismo que el de Basauri.

En el caso de Drusini y Tommaseo (1981) que también son adultos cuya muestra proviene de Norogachi como una parte de la nuestra, sus valores resultan ser más bajos,

Comparativamente en los adultos tomando los datos de Basauri y los de Cerqueira y *col.*, con los de Christensen y *col.* (2012) se observa un incremento en el peso de 19.5 kilogramos, (que fue de 60 a 79.7 kg.), y si bien se pueden asociar con los incrementos en el tamaño total que veremos a continuación de la estatura, una buena parte de este aumento en el peso se puede asociar también con sobrepeso y el aumento de dicha condición en estas poblaciones. En nuestra muestra se observan valores cercanos a los de Basauri y Cerqueira y *col.* (1979) (58.35kg.) siendo más altos que los de Drusinni y Tommaseo (1981). Aunque al ver solo los valores de nuestra muestra en los individuos de mayor edad (17 años o más) que se muestran en el cuadro 8, el peso es muy similar siendo este de 60.5 kg., pero también hay que tomar en cuenta que nuestros sujetos aún son jóvenes (adolescentes), por lo que podemos suponer que tanto su estado de crecimiento y metabolismo, así como sus niveles de actividad, inciden haciendo que sus pesos sean más bajos que los de los adultos reportados por Christensen y colaboradores (*idem*) por lo que se propone que el paso y tránsito por la edad adulta puede involucrar otros factores que favorezcan el incremento del sobrepeso en estas poblaciones.

6.3.2.2. Estatura

En el caso de la estatura se puede notar que son pocos los cambios, aunque positivos entre principios del siglo XX (163 cm en la muestra de Basauri) y los datos de Drusinni y Tommaseo de los 70's (164 cm) entre los que se encuentran los valores encontrados por Paredes y *col.* (1970) de 164.2 cm, donde se puede notar que los incrementos más importantes se dan de los 70's a la fecha como lo reflejan los datos de Christensen (2012) que alcanzan 168.4 cm.

Lo mismo se puede notar en los datos de adolescentes de la muestra de Cerqueira y colaboradores con respecto a nuestros datos, que muestran un cambio de 158 a 167.5 cm. Este dato final es muy similar a la estatura observada por Christensen y colaboradores (*idem*). En esta línea podemos considerar solo a los sujetos de mayor edad de nuestra muestra (>17 años) que se presentan en el cuadro 8 podríamos decir que la estatura de estas generaciones es muy similar o incluso mayor (168.7 cm) a lo observado por Christensen y colaboradores..

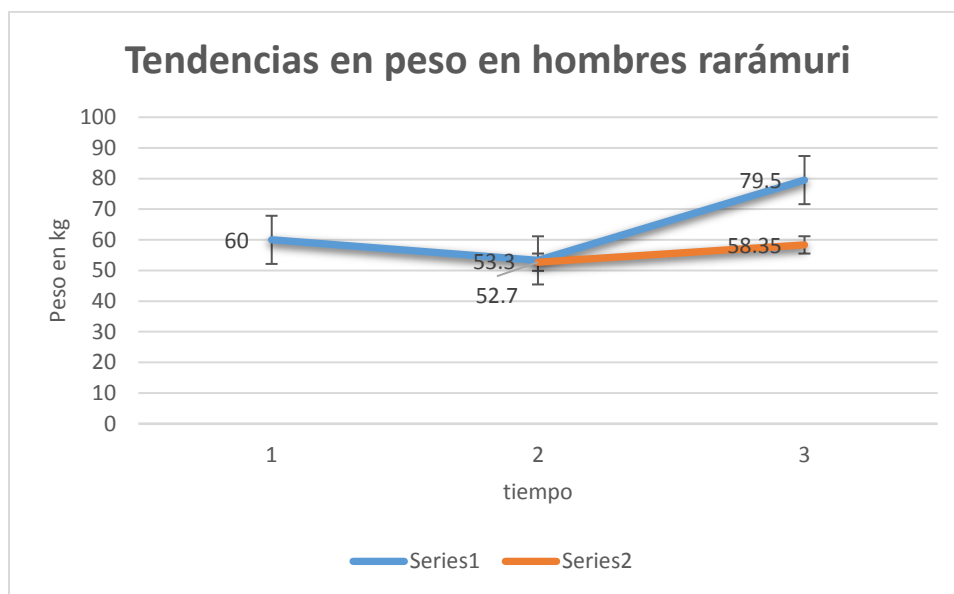
Se puede hablar de una tendencia secular en general en los rarámuri en indicadores como el peso, la estatura total, la talla sentado y la anchura biacromial, así como el índice córmico que refleja mayores incrementos en la longitud del tronco y que ha sido uno de los principales componentes que ha favorecido el aumento de la estatura, que se empieza a notar desde

finales de los 70's y principios de los 80's, y que muy probablemente se pueda asociar con el impacto de muchas de las misiones, alberges e internados en la región con resultados positivos en términos de crecimiento y que parecen ser visibles ya en la adolescencia como lo pudieron notar Peña Reyes y colaboradores (2009). Aunque en la edad adulta el problema del sobrepeso es una condición que se ha acentuado en las últimas décadas.

Cuadro 14. Datos históricos comparativos para hombres rarámuri (media \pm D. E. y rango)

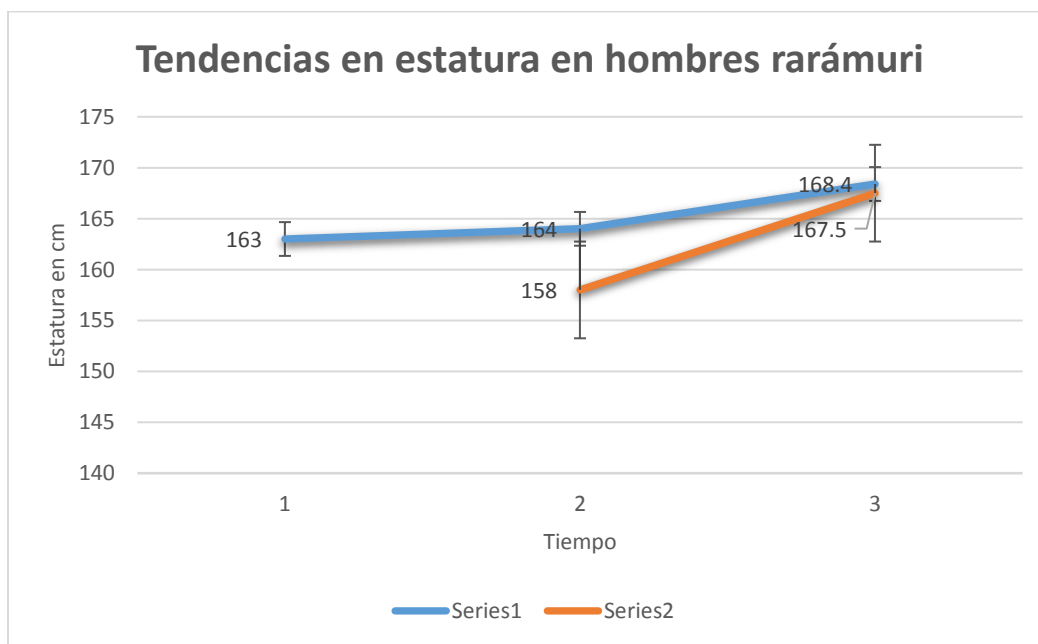
	<i>n</i>	<i>Basauri</i> (1929)	<i>N</i>	<i>Cerqueira</i> <i>y col.</i> (1979)	<i>N</i>	<i>Drusini &</i> <i>Tommaseo</i> (1981)	<i>n</i>	<i>Christense</i> <i>n y col.</i> (2012)	<i>N</i>	<i>Rarámuri</i> (2010-2014)
Peso (kg)	50	60 \pm n.d. 40-72	25	52 \pm 7	77	53.3 \pm 5.8 n.d.	24	79.5 \pm 11.6 n.d.	45	58.35 \pm 8.23 46.0-82.4
Estatura (cm)	50	163 \pm n.d. 154.5-171	25	158 \pm 26	77	164 \pm 5.3 n.d.	24	168.4 \pm 6.8 n.d.	45	167.47 \pm 5.4 159-176
Talla sentado (cm)	50	83.5 \pm n.d. 72-92	n.d.	n.d.	77	83.8 \pm 3.6 n.d.	n.d.	n.d.	33	88.68 \pm 2.71 85.1-99.1
índice córmico	50	51.2 \pm n.d. 46.8-58.5	n.d.	n.d.	77	51.1 \pm 1.6 n.d.	n.d.	n.d.	33	53.08 \pm .98 50.7-56.3
Anchura Biacromial	50	36.5 \pm n.d. 32-40	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	19	37.65 \pm 1.62 34.5-40.1

Figura 29. Tendencias en peso en hombres rarámuri (serie 1= adultos, serie 2 = adolescentes)



(Momento uno= principios del siglo XX, Momento dos=estudios en los 70's y momento 3 principios siglo XXI)

Figura 30. Tendencias en la estatura en hombres rarámuri (serie 1= adultos, serie 2 = adolescentes)



(Momento uno= principios del siglo XX, Momento dos=estudios en los 70's y momento 3 principios siglo XXI)

6.3.3. Tendencias del crecimiento en mujeres

6.3.3.1. Peso

En el caso de las mujeres adultas es posible observar un incremento constante en el peso a lo largo del tiempo, que va de los 43 kg (Basauri) a los 62 kg. (Christensen y col), y en la mitad del trayecto se encuentran los valores de Cerqueira y colaboradores (1979) con 56 (± 7) kg que corresponde con la tendencia observada, pero que son más pesadas que las mujeres estudiadas por Drusini y Tommaseo (1981).

Así mismo en el caso de las adolescentes rarámuri son más ligeras que las adultas en general, pero en el comparativo de los datos de Cerqueira y colaboradores de los 70's con respecto a nuestros valores se observa una ganancia importante de peso que fue de 49 a 55.9 kg.

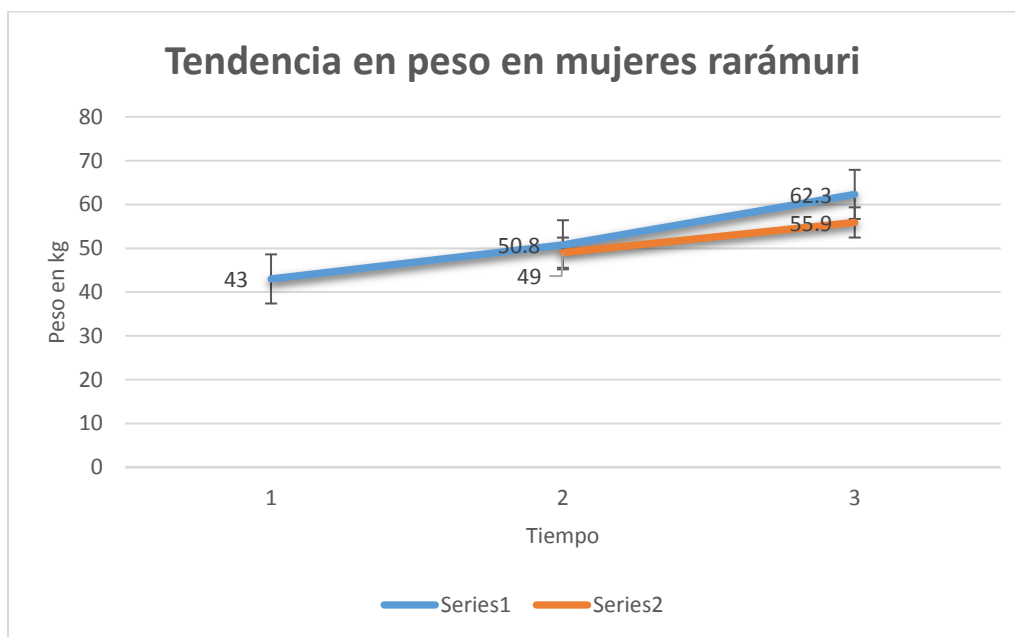
6.3.3.2. Estatura

Por lo que se refiere a la estatura se observan algunos incrementos pequeños de principios del siglo pasado a mediados del mismo, pasando de 150 cm con Basauri, a 152 cm. tanto en Cerqueira y colaboradores (1979) como en Drusini y Tommaseo (1981). Estos últimos valores son parecidos a los 152.7 reportados por Paredes y colaboradores (1970). Los únicos valores que no hacen consonancia con esta tendencia son los valores de la estatura media presentada por Christensen y colaboradores (2012) que es de 151.4 cm en mujeres, presentando una reducción con respecto a los valores de los trabajos de los 70's. Así mismo no concuerdan ni con la tendencia en peso, ni con los datos que nosotros obtuvimos, donde se observa que de los datos de los 70's a la fecha en adolescentes hay un aumento que va de los 151 a 156.6 cm en las generaciones actuales. Este comportamiento se puede explicar quizás por las generaciones evaluadas por Christensen y colaboradores, pero aun así contrastan tanto con los valores de los 70s como con los valores de nuestras adolescentes.

Cuadro 15. Datos históricos comparativos para mujeres rarámuri (media \pm D. E. y rango)

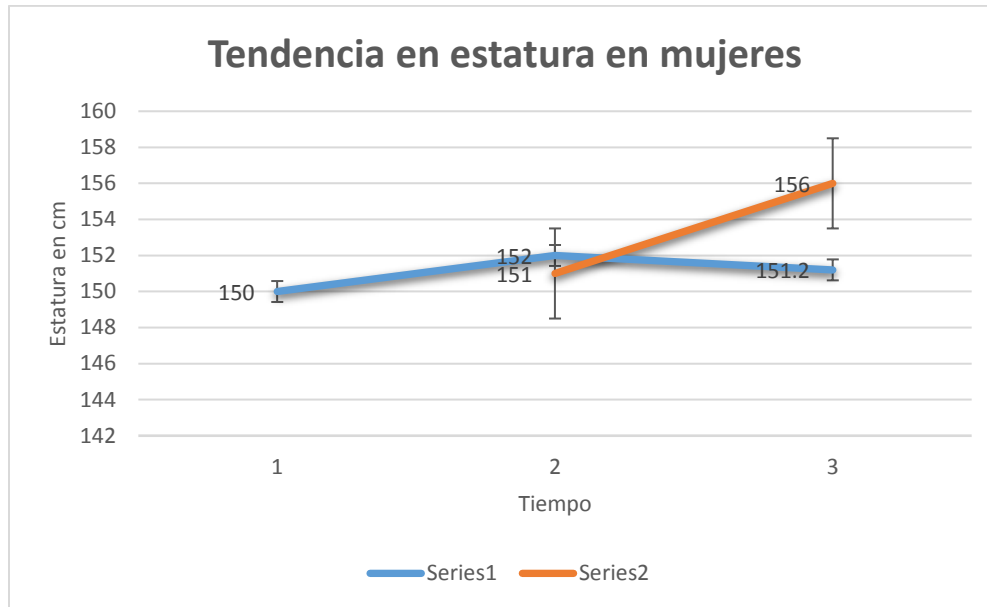
	<i>n</i>	<i>Basauri</i> (1929)	<i>n</i>	<i>Cerqueira</i> <i>y col.</i> (1979)	<i>n</i>	<i>Drusini &</i> <i>Tommaseo</i> (1981)	<i>n</i>	<i>Christensen</i> <i>y col.</i> (2012)	<i>N</i>	<i>Rarámuri</i> (2010- 2014)
Peso (kg)	30	43 \pm n.d. 41-49	27	49 \pm 6	77	50.8 \pm 7.2 n.d	40	62.3 \pm 11.1 n.d	11	55.9 \pm 6.60 43.4-63.9
Estatura (cm)	30	150 \pm n.d. 143.5-154	27	151 \pm 20	77	152 \pm 5.2 n.d.	40	151.2 \pm 6.1 n.d	11	156.65 \pm 8.9 146-178
Talla sentado (cm)	30	80 \pm n.d. 76-84	n.d	n.d	77	79.6 \pm 3.3 n.d	n.d	n.d	9	83.51 \pm 2.79 79-88.8
índice córmico	30	53.3 \pm n.d. 52.9-57.6	n.d	n.d	77	52.4 \pm 1.7 n.d.	n.d	n.d	9	52.59 \pm .93 52.6-55.6

Figura 31. Tendencias en peso en mujeres rarámuri (serie 1= adultos, serie 2 = adolescentes)



(Momento uno= principios del siglo XX, Momento dos=estudios en los 70's y momento 3 principios siglo XXI)

Figura 32. Tendencias en la estatura en mujeres rarámuri (serie 1= adultos, serie 2 = adolescentes)



(Momento uno= principios del siglo XX, Momento dos=estudios en los 70's y momento 3 principios siglo XXI)

Las variables aquí analizadas que son el peso y la estatura han mostrado incrementos importantes, aunque podríamos notar que en el caso del peso ha habido aumentos más importantes que muy probablemente también se asocie con incrementos en el sobrepeso como lo ha expresado el trabajo de Monárrez y Greiner (2000), pues si estimamos un IMC promedio relacionando las ganancias en peso y estatura, el IMC promedio en varones sería de 28.2 kg/m^2 , mientras que en las mujeres sería de 27.2 kg/m^2 , que son los valores que encontró Christensen y col., (2012), mismos que muestran un sobrepeso incluso si calculamos el IMC con los valores de estatura de nuestra muestra y el valor del peso presentado por Christensen y colaboradores, el IMC es de 25.7 kg/m^2 . Este comportamiento nos muestran que si bien ha habido una tendencia de aumentos en la estatura que son vistos como algo positivo, los aumentos en peso no van a la par y muestran tendencias al sobrepeso que se desarrolla en el tránsito de la adolescencia a la edad adulta, situación que puede ser interpretada como algo que es negativo. La talla sentado muestra un incremento en ambos sexos comparando nuestros datos con los de Basauri y los de Drusini y Tommaseo, lo que refleja cambios positivos poco antes y durante la adolescencia, mientras que el índice còrmico muestra una disminución en el caso de las mujeres, lo que parece sugerir que en el

aumento en la estatura en el sexo femenino han influido también incrementos en la longitud de los miembros inferiores, a diferencia de los hombres donde parece no ser el caso, lo que indica que no ha habido mejoras en el crecimiento durante los primeros años de vida y al no modificarse sustancialmente las condiciones de salud y nutrición durante la infancia y los primeros años de vida (niñez) los aumentos en la longitud de las piernas no se han presentado, pues es hasta los 6 años (periodo juvenil o escolar en términos sociales) cuando se ingresa a los internados tanto religiosos como estatales y es cuando se presentan estos cambios pero ya es demasiado tarde para incidir en las proporciones antes mencionadas.

6.3.4. Discusión sobre los cambios en crecimiento en estatura y peso en los rarámuri

El crecimiento humano ha enfrentado una serie de cambios importantes desde mediados del siglo XIX a lo ancho del mundo (Cole, 2003), y en ello integra procesos que han sido clasificados como sociales, económicos, políticos y biológicos, lo que implica la inclusión de ciertos elementos estables en el entorno que influyen en los procesos de desarrollo, dando lugar a aumentos en el crecimiento. En nuestro país los cambios durante el último siglo son producto y están fuertemente relacionados con las dinámicas sociales, políticas y económicas que experimenta el país como un todo, pero también ligado a procesos particulares de cada región y dinámicas muy locales.

En este sentido la ausencia de cambios importantes en el crecimiento de los rarámuri obedece a que las condiciones durante la primera mitad del siglo refleja una dinámica de conflicto entablado entre las instituciones del estado y las religiosas, donde unas u otras intentaron dominar y controlar las llamadas acciones civilizatorias o evangelizadoras según fuere el caso, lo que fue de principios del siglo XX hasta mediados del mismo, pues en un principio el dominio perteneció a las instituciones religiosas de manera intermitente, pues la expulsión de los jesuitas también implicó un largo periodo de ausencia por parte de las instituciones religiosas en muchos territorios de la sierra. El desarrollo del conflicto surge con el tránsito por momentos difíciles como la revolución mexicana, y el ascenso de los gobiernos posrevolucionarios que se verían consolidados hasta el cardenismo.

Durante este periodo los pocos efectos en el crecimiento se podrían explicar por el escaso impacto de las actividades estatales y religiosas, pues los rarámuri permanecieron predominantemente en su forma de asentamiento disperso que habían desarrollado durante los últimos siglos en la sierra a pesar de los esfuerzos centralizadores o “comualistas”³¹ de ambas fuerzas que refiere Sareiego–Rodríguez (2000), tanto de los religiosos con los pueblos misión, como del estado con el ejido. A ellos hay que sumar la entrada tardía y la corta estancia que tenían los niños y niñas en los respectivos *towisados* y *tewekados* que era el nombre con el que se denominaban a los internados escolares en la época. Estos últimos al igual que en nuestros días cubren fundamentalmente la educación básica que en ese entonces solo se remitía a la educación primaria, que desde esos años como hoy en día no han podido incidir mucho en uno de los periodos críticos más importantes para el crecimiento en estatura como lo es la infancia, y otros como la niñez, donde se ve afectada la longitud de las piernas que en los datos claramente se observa en las relaciones de la estatura y las extremidades. Este impacto en el crecimiento de las extremidades inferiores en etapas tempranas de la vida, es uno de los principales indicadores que explican los incrementos en la estatura en muchos de los países que han tenido una tendencia secular al aumento en la estatura (Cole, 2003) y que como nosotros pudimos observar tiene cambios muy recientes solo en el caso de las mujeres.

A este respecto, el aumento en la talla sentado reflejada en el índice córmico, muestra un aumento en ambos sexos, pero sugieren que los principales cambios que han beneficiado el crecimiento se presentan de manera tardía en los tiempos de crecimiento de los sujetos, especialmente en los varones como lo habrían mostrado las observaciones en el cambio secular visto en el estudio de Peña-Reyes y colaboradores (2009).

Parte de los resultados y los momentos históricos en que se dan los cambios se pueden explicar por la disputa con el estado frente a los grupos religiosos por la tutela de los indígenas, donde el primero se planteó tomar el control de la llamada actividad civilizatoria, de donde se desprende el trabajo de Basauri, situación que generó que durante 1926 y hasta

³¹ Imposición de instituciones como fruto del “comunitarismo indigenista”, este último se entiende como la construcción política modernizadora del estado y sociedad mexicana frente al indígena.

1939³², hubiera un hueco o un impacto muy bajo, ya que el estado aún en consolidación y las actividades de los grupos religiosos confinadas a la clandestinidad no lograron tener impactos importantes en el crecimiento, hasta que estos últimos grupos nuevamente retomarían el control de los internados más importantes de la sierra (Sisoguichi y Norogachi), condición que se logra hasta 1940.

En conjunto estas primeras irrupciones por parte del estado serían el preámbulo para la consolidación de la actividad indigenista a cargo del INI que vería su materialización con la creación del CCIT (Centro Coordinador Indigenista de la Región de la Tarahumara) en el poblado de Guachochi en el año de 1952 (Sariego-Rodríguez, 2000). Razón por la que se logra generar un entorno estable ya hasta mediados del siglo, y es por ello que los resultados son visibles ya para los años 70's.

Por consiguiente, la marcada actividad indigenista basada en la fuerza del estado y los ideales posrevolucionarios con fines integracionistas, que, en conjunto con la actividad de los grupos religiosos, habrían conseguido cambios importantes en la alimentación y cuidado de la salud que se logran materializar en los cambios en los indicadores de crecimiento vistos hasta los trabajos de los años 70's.

La actividad antes mencionada se ha mantenido prácticamente de manera ininterrumpida desde mediados del siglo XX hasta la actualidad, con algunos cambios de matices ligados a los gobiernos mediante las actividades paliativas expresas en las políticas asistencialistas, que han llevado diversos nombres en los diferentes sexenios presidenciales como Solidaridad, Oportunidades, Progresá, etc. y han mantenido un flujo de ciertos satisfactores necesarios para la lógica occidental, a ello debemos agregar los desarrollos tecnológicos en alimentación y salud que se han dado a nivel mundial y han modificado los precios de algunos productos y vuelto más accesibles muchos de ellos. Esta continuidad en el flujo de satisfactores llega a mostrar algunos efectos que nos ayudan a explicar el aumento sostenido en los indicadores de crecimiento hasta la fecha.

³² Con la llegada y actividad del estado cardenista y la actividad de los maestros con fuertes influencias socialistas

Aunque a estos recursos ambientales debemos agregar las dinámicas de mercado y la industrialización de los alimentos, que en buena parte explicarían que los aumentos en estatura y en peso no sean simétricos y muestren un desequilibrio con tendencias al sobrepeso, generando un patrón donde conviven la desnutrición y la obesidad que han subrayado autores como Drewnowski y Popkin (1997).

En esta región como en otras tantas del país, uno de los elementos que es parte del entramado que ha favorecido los cambios en la alimentación se refiere al acceso y la llegada de nuevos alimentos, pues es si bien se surten los alimentos básicos es frecuente encontrar nuevas tiendas o que en las mismas tiendas antes CONASUPO hoy SEDESOL una importante oferta de productos como refrescos y otros alimentos con un alto contenido de azúcares, sodio y grasas, cuyo acceso nunca va a la par de la información que permita realizar elecciones informadas sobre el consumo de los mismos.

Lo anterior, y los resultados benéficos en los indicadores de crecimiento no necesariamente deben ser vistos como elementos que permitan legitimar la actividad de estado nación sobre los grupos indígenas. Pues tanto su actividad como algunas de sus políticas han producido otros cambios, algunos de ellos destacables y desastrosos como la deforestación en la región que son causas de sequía y hambrunas en la región y que son resultado de la consolidación de las actividades ejidales a cargo del estado mexicano y algunos de los mestizos en la zona, cuyos mayores beneficios se han quedado en pocas manos, y la mayoría de las veces fuera de la sierra, a la vez han producido la pérdida de tierras y autonomía en la región (Sariago-Rodríguez, 2000), estos costos difícilmente compensan las ganancias que podemos observar en el crecimiento que se produjeron durante el siglo pasado y se atestiguan en este estudio.

6.4. Características bioquímicas en adolescentes serranos

6.4.1. Indicadores bioquímicos

En la Sierra Tarahumara se ha observado que desde la adolescencia puede haber diferencias en los perfiles metabólicos dependiendo la afinidad étnica, lo que genera patrones distintos de riesgo para las poblaciones que habitan la región. El trabajo de Leal-Berumen y colaboradores (2012) ha mostrado que los jóvenes mestizos tienen un elevado riesgo metabólico que es mayor al de los rarámuri y al de los menonitas desde la edad escolar.

Por ello en este apartado revisaremos algunos indicadores bioquímicos de los adolescentes del poblado de Guachochi, para determinar si hay diferencias entre los rarámuri y los mestizos y asociación diferencial con algunas variables antropométricas.

6.4.2. Materiales y técnicas

6.4.2.1. La muestra: Los datos fueron tomados en adolescentes que asistieron al Bachillerato (CEB7/1) y al Cbta 170, ambos en el poblado de Guachochi, Mpio de Guachochi en la temporada de campo de 2013. Todos ellos participaron de manera voluntaria, firmaron un consentimiento tras haber sido informados de los fines del estudio. En caso de ser menores de edad sus padres también firmaron y dieron su autorización por escrito.

Las muestras se tomaron en un espacio en los planteles que fue asignado por las autoridades.

Las muestras fueron tomadas por personal capacitado siguiendo las normas de protección e higiene que implicaron el uso de guantes, bata, cubre bocas y todo el material fue nuevo y desechable.

6.4.2.2. Indicadores fisiológicos y metabólicos: En la mayoría de los casos se tomó la tensión arterial y la frecuencia cardiaca tras al menos 10 minutos de reposo por medio de un monitor automático marca Omron (HEM 7220, Tokio Japón).

Se tomaron dos muestras sanguíneas para determinar algunos indicadores metabólicos mismos que fueron analizados en el laboratorio del INNSZ (Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán). Obteniendo los siguientes indicadores sanguíneos: glucosa, creatinina, ácido úrico, colesterol total y lipoproteínas (LDL y HDL).

Los resultados una vez obtenidos fueron entregados y explicados a los participantes, así mismo se les hicieron sugerencias para mejorar su estado.

6.4.2.3. Puntos de corte y análisis de los valores

Estatus de la glucosa en sangre: La glucosa en sangre se clasifico de acuerdo al valor propuesto por Duncan (2006) para adolescentes, donde los casos con una glucemia ≥ 100 mg/dl se consideraron como elevados o anormales.

Lípidos en sangre: Para analizar los lípidos en sangre se determinaron los valores adecuados de acuerdo a los percentiles publicados por Hickman y colaboradores (1998) que se desprenden de diferentes estudios entre los que destacan las NHANES.

Los criterios empleados fueron los recomendados por los autores tomando como valores “normales” aquellos por debajo del percentil 75th. Se consideraron como valores “elevados” aquellos por encima del percentil 75 pero por debajo 90, y se clasificaron como “altos riesgosos” aquellos por encima del percentil 90, y solo en el caso de las HDL se usó como criterio de valores inadecuados aquellos que fueron bajos y se ubicaron por debajo del percentil 5.

6.4.3. Resultados

En el cuadro 16 se muestran los promedios y desviaciones para cada elemento en varones con base en la etnicidad, y en el cuadro 17 los datos para mujeres. Así mismo en los cuadros 18 y 19 se muestran los comparativos por sexos en cada grupo. Después se presenta un apartado para cada indicador bioquímico donde se discuten las diferencias por sexos y por etnicidad.

Cuadro 16. Indicadores bioquímicos en varones, comparativo rarámuri y mestizos (media ± D. E.)

<i>Variable</i>	<i>N</i>	<i>Mestizos</i>	<i>N</i>	<i>rarámuri</i>	<i>p =</i>	<i>N</i>	<i>Ambos</i>
Edad (años)	61	16.7±1.2	20	16.6±1.17	0.83	81	16.7±1.19
Glucosa (mg/dl)	61	99.6±6.5	20	101.7±8.1	0.24	81	100.1±6.94
Creatinina (mg/dl)	61	0.98±0.9	20	0.81±0.1	0.41	81	0.94±0.79
GFR (ml/min per 1.73 m ²)	61	72.9±14.1	20	77.7±11.7	0.16	81	74.1±13.6
Ácido Úrico (mg/dl)	61	6.6±1.3	20	6.5±1.0	0.57	81	6.6±1.2
Triglicéridos (mg/dl)	61	97.5±53.8	20	89.8±32.4	0.55	81	95.6±49.8
Colesterol T (mg/dl)	61	149.8±22.01	20	150.6±23.15	0.88	81	150.01±22.15
HDL-C (mg/dl)	61	44.04±7.5	20	46.9±12.4	0.21	81	44.76±8.94
LDL-C(mg/dl)	59	87.0±19.3	20	85.7±16.9	0.79	79	86.7±18.7

* $\alpha < 0.05$, ** $\alpha < 0.01$, *** $\alpha < 0.001$

Cuadro 17. Indicadores bioquímicos en mujeres, comparativo rarámuri y mestizos (media ± D. E.)

<i>Variable</i>	<i>n =</i>	<i>mestizos</i>	<i>n =</i>	<i>Rarámuri</i>	<i>p =</i>	<i>n =</i>	<i>Ambos</i>
Edad (años)	34	16.5±.86	10	16.81±.74	0.33	44	16.58±.83
Glucosa (mg/dl)	34	95.23±7.6	10	97.9±7.6	0.33	44	95.8±7.6
Creatinina (mg/dl)	34	0.66±0.1	10	0.62±0.07	0.24	44	0.66±0.1
GFR (ml/min per 1.73 m ²)	34	80.6±13.3	10	82.7±11.6	0.65	44	81.0±12.8
Ácido Úrico (mg/dl)	34	4.9±0.8	10	4.6±0.8	0.22	44	4.9±0.8
Triglicéridos (mg/dl)	34	130.1±58.7	10	102.6±36.2	0.17	44	123.8±55.3
Colesterol T (mg/dl)	34	169.8±28.8	10	158.1±34.1	0.28	44	167.2±30.1
HDL-C (mg/dl)	34	49.7±9.1	10	43.9±5.93	0.06	44	48.8±8.8
LDL-C(mg/dl)	32	94.6±25.9	10	93.8±28.25	0.93	42	94.4±26.1

* $\alpha < 0.05$, ** $\alpha < 0.01$, *** $\alpha < 0.001$

Cuadro 18. Comparativo entre sexos para elementos bioquímicos en mestizos (media ± D. E.).

<i>Variable</i>	<i>n =</i>	<i>hombres</i>	<i>n =</i>	<i>mujeres</i>	<i>p =</i>
Edad (años)	61	16.7±1.2	34	16.5±.86	0.39
Glucosa (mg/dl)	61	99.6±6.5	34	95.23±7.6	0.004**
Creatinina (mg/dl)	61	0.98±0.9	34	0.66±0.1	0.05*
GFR (ml/min per 1.73 m ²)	61	72.9±14.1	34	80.6±13.3	0.01*
Ácido Úrico (mg/dl)	61	6.6±1.3	34	4.9±0.8	0.000***
Triglicéridos (mg/dl)	61	97.5±53.8	34	130.1±58.7	0.007**
Colesterol T (mg/dl)	61	149.8±22.01	34	169.8±28.8	0.001**
HDL-C (mg/dl)	61	44.04±7.5	34	49.7±9.1	0.002**
LDL-C(mg/dl)	59	87.0±19.3	32	94.6±25.9	0.15

* $\alpha < 0.05$, ** $\alpha < 0.01$, *** $\alpha < 0.001$

Cuadro 19. Comparativo entre sexos para elementos bioquímicos en rarámuri (media ± D. E.)

<i>Variable</i>	<i>n =</i>	<i>hombres</i>	<i>n =</i>	<i>mujeres</i>	<i>p =</i>
Edad (años)	20	16.6±1..17	10	16.81±.74	0.70
Glucosa (mg/dl)	20	101.7±8.1	10	97.9±7.6	0.22
Creatinina (mg/dl)	20	0.81±0.1	10	0.62±0.07	0.000***
GFR (ml/min per 1.73 m ²)	20	77.7±11.7	10	82.7±11.6	0.28
Ácido Úrico (mg/dl)	20	6.5±1.0	10	4.6±0.8	0.000***
Triglicéridos (mg/dl)	20	89.8±32.4	10	102.6±36.2	0.36
Colesterol T (mg/dl)	20	150.6±23.15	10	158.1±34.1	0.54
HDL-C (mg/dl)	20	46.9±12.4	10	43.9±5.93	0.36
LDL-C(mg/dl)	20	85.7±16.9	10	93.8±28.25	0.43

* $\alpha < 0.05$, ** $\alpha < 0.01$, *** $\alpha < 0.001$

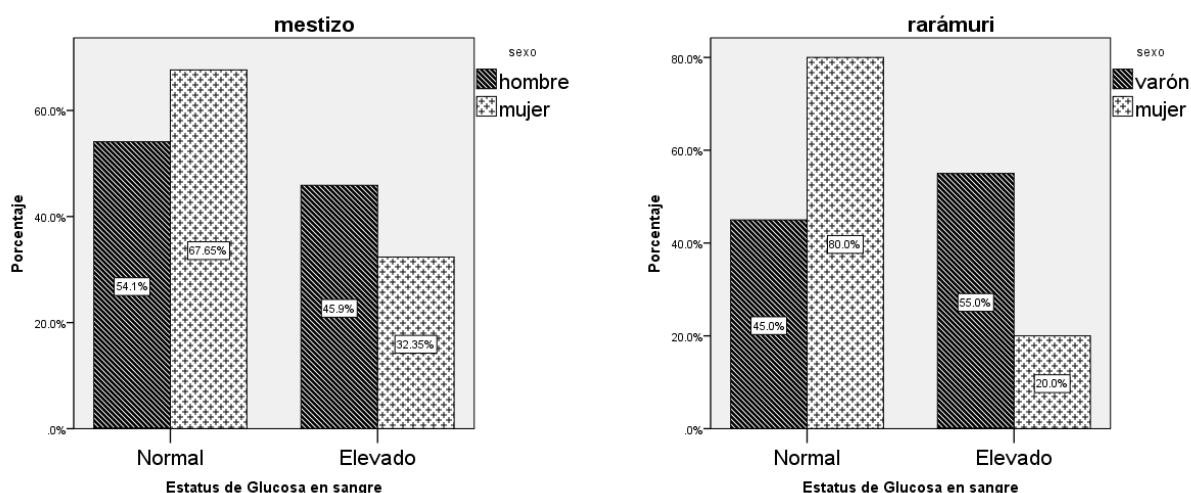
6.4.3.1. Glucosa sanguínea

Tanto entre hombre como en mujeres se observa que los rarámuri presentaron valores más altos de glucosa sin ser significativos, aunque en el comparativo por sexo para mestizos del cuadro 18 se observa que los hombres mestizos tuvieron una glucemia más alta que las mujeres, mientras que en el caso de los rarámuri los hombres también presentan valores ligeramente más altos que las mujeres rarámuri, pero sin llegar a tener diferencias significativas a nivel estadístico (cuadro 19).

Los resultados se muestran en la figura 33 donde se observa que los varones rarámuri mostraron el mayor número de casos con una glucosa sanguínea elevada (55% de los casos), seguidos por los varones mestizos quienes tuvieron un 46% de sus casos con glucosa mayor a 100 mg/dl.

Las mujeres mestizas presentaron un 32 % de casos con glucosa elevada y las rarámuri presentaron el menor número de casos con el 20 % de su total, lo que sugiere que en el caso de las mujeres rarámuri el valor promedio fue elevado, pero no necesariamente implicó que los valores salieran del rango normal (Glucosa < 100 mg/ml) a diferencia de los varones.

Figura 33. Comparativo de porcentajes por sexo y etnicidad para el estatus de la glucosa en sangre



Correlaciones entre glucemia y antropometría por sexo y población

Las correlaciones observadas indican que no hay una asociación significativa de la glucemia con algún indicador antropométrico o de composición corporal en los mestizos, mientras que en el caso de los varones rarámuri se observa una asociación moderada de 0.53 ($\alpha < 0.05$) entre la glucemia y el porcentaje de grasa corporal. En las mujeres, ni en las mestizas, ni en las rarámuri se observa alguna asociación significativa.

Correlaciones por sexo

La evaluación de las asociaciones entre antropometría y glucemia por sexo muestran que para el sexo masculino la glucemia correlacionó con los indicadores de adiposidad como lo son: el porcentaje de grasa bruto (0.26, $\alpha < 0.05$) y el estandarizado (0.30, $\alpha < 0.05$), los panículos, del tríceps (0.26, $\alpha < 0.05$), bíceps (0.25, $\alpha < 0.05$), cresta iliaca (0.25, $\alpha < 0.05$), ilioespinal (0.30, $\alpha < 0.05$), abdominal (0.26, $\alpha < 0.05$), pantorrilla (0.25, $\alpha < 0.05$).

En el caso de las mujeres la única correlación significativa de la glucemia es con la tensión arterial diastólica (0.41, $\alpha < 0.01$).

Correlaciones por población

En las correlaciones como poblaciones combinando sexos se observa que en el caso de los mestizos la glucemia se asoció positivamente con la tensión arterial sistólica (0.24, $\alpha < 0.05$) y con el índice cintura/cadera (0.30, $\alpha < 0.01$). Mientras que en los rarámuri no se observan asociaciones significativas, y solo el porcentaje de grasa estandarizado y el perímetro de la cintura muestran asociaciones que se quedan en puntos fronterizos (0.39 con $p = 0.06$ para la adiposidad, y 0.36 $p = 0.08$ en el perímetro de la cintura).

Estos datos sugieren tipos y niveles de riesgo distintos por sexo y población, donde la tensión arterial diastólica correlaciona con la glucemia en las mujeres, y la glucemia con la adiposidad suelen asociarse y ser un factor importante en los hombres en general, especialmente en los rarámuri, donde probablemente el metabolismo de la glucosa se vea afectado por factores poblacionales o quizás también haya influencias en periodos tempranos como la vida intrauterina y el peso al nacer que algunos autores han asociado de manera importante con la resistencia a la insulina y valores elevados de la misma (Flanagan y col., 2000).

A la par los cambios en la dieta pueden tener efectos, que en condiciones de resistencia a la insulina y elevados niveles de la misma favorezcan el incremento en la adiposidad y que es algo que ya se señalaba desde el trabajo de Paredes y col., (1970), mientras que en los mestizos la relación cintura cadera como indicador de adiposidad centralizada suele mostrar un efecto considerable y se observa una asociación importante entre la glucemia y la tensión arterial en los mismos, lo que podría articular riesgo hipertensivo y diabetes.

6.4.3.2. Creatinina

La creatinina en sí misma es un indicador importante de la composición corporal, pues se asocia de manera importante con el tejido muscular al ser un producto metabólico del mismo, por lo que regularmente suele presentar valores más altos en varones y aumenta con la edad especialmente en varones en el rango de los 16 a 19 años (Chavers *y col.*, 2011). Los resultados se muestran en los cuadros 16, 17, 18 y 19, en ellos se observa que los varones presentaron valores más altos que las mujeres en ambas poblaciones con significancia estadística, y entre poblaciones, los mestizos presentaron los valores más elevados lo que corresponde con los valores del AMB (área muscular del brazo) que se vio en apartados anteriores, pero sin llegar a ser significativas las diferencias entre poblaciones para ambos sexos.

Tasa de filtración glomerular (GFR)

Intentado explorar la función renal por medio de este indicador entre poblaciones, calculamos la tasa de filtración glomerular (GFR por sus siglas en inglés), para ello utilizamos la fórmula de Schwartz-Lyon presentada en Selistre *y col.*, (2012), quienes refieren tiene la mayor precisión, dicho indicador refiere los mililitros filtrados por minuto para una masa corporal de 1.73m^2 . Los resultados para este indicador se presentan en los mismos cuadros y se observa que como población los rarámuri presentan valores más altos, aunque no llegan a ser significativos ni en hombres ni mujeres al comparar las poblaciones, y solo son significativas las diferencias en el comparativo por sexos para la población mestiza al tener una mayor GFR en las mujeres de dicho grupo. Mientras que en los rarámuri no se observan diferencias significativas por sexo. Lo que es consistente con los resultados observados por Chavers y colaboradores (2011) quien refiere el incremento con la edad en ambos sexos para adolescentes, y dichos incrementos fueron mayores en varones, mostrando influencia distinta por sexo. Además, hay que considerar que al ser incorporados los valores de creatinina en la fórmula el patrón observado en este indicador es el opuesto al patrón observado en la creatinina.

Correlaciones por sexo y población

Se analizaron las correlaciones para la creatinina y la GFR por sexo y poblaciones encontrando que en los varones mestizos no se observan asociaciones significativas entre la creatinina con las demás variables, mientras que la GFR se asoció negativamente con el índice Córnico o índice talla sentado/estatura total, con un valor de -0.32 y significancia de $\alpha < 0.05$, mostrando cierto impacto de la proporcionalidad corporal, mientras que otros indicadores como el área muscular del brazo (0.28 $p=0.051$) y el índice cintura/cadera (0.27, $p=0.058$) mostraron valores fronterizos.

En los varones rarámuri se observó que la creatinina se correlacionó con el peso corporal (0.53, $\alpha < 0.05$) y con la estatura total (0.50, $\alpha < 0.05$), mientras que la GFR mostró una asociación negativa con la tensión arterial sistólica (-0.50, $\alpha < 0.05$) y con el peso corporal (-0.48, $\alpha < 0.05$) quedando el IMC en valores fronterizos (0.43, $p=0.06$) lo que sugiere un peso importante de las dimensiones corporales como peso y estatura en la filtración glomerular, y una asociación importante de la misma con la tensión arterial en un sentido negativo, donde los individuos con mayor GFR, tendrían una tensión arterial menor, lo que podría articular quizás el sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona y la cuenta y función glomerular con riesgo hipertensivo que refieren Hughson *y col.*, (2003).

En las mujeres mestizas tanto la creatinina como la GFR mostraron una asociación importante con la tensión arterial diastólica siendo positiva con la creatinina (0.41, $\alpha < 0.05$) y negativa con la GFR (-0.38, $\alpha < 0.05$), también la talla sentado con la creatinina (0.50, $\alpha < 0.01$) y la GFR (-0.36, $\alpha < 0.05$) y quedando con valores fronterizos para el índice cintura/cadera (-0.34, $p=0.055$ para la creatinina y 0.35, $p=0.051$ para la GFR).

En las mujeres rarámuri las asociaciones fueron importantes en el caso de la creatinina con la masa corporal (-0.64 $\alpha < 0.05$) y con el índice Córnico (0.81 $\alpha < 0.01$), y la GFR también se asoció con el peso (0.66, $\alpha < 0.05$), la estatura (0.65 $\alpha < 0.05$) y el índice Córnico (-0.82, $\alpha < 0.01$).

Correlaciones por sexo

Cuando se analizan por sexo las correlaciones entre la creatinina y la GFR, se observa que en los varones no hay correlaciones antropométricas con la creatinina, mientras que con la GFR se correlacionan de manera negativa y baja los indicadores de muscularidad como el área muscular del brazo (-0.29 $\alpha < 0.05$), el perímetro del brazo flexionado (-0.26 $\alpha < 0.05$) que es algo esperado en tanto la creatinina es un residuo del metabolismo muscular, el índice Córnicico (-0.26 $\alpha < 0.05$) también mostró una correlación baja.

En las mujeres la creatinina correlaciona con la talla sentado o longitud del tronco (0.38 $\alpha < 0.05$), y el índice cintura/cadera (-0.32, $\alpha < 0.05$), mientras que la GFR correlaciona de manera negativa con el índice Córnicico (-0.40 $\alpha < 0.05$).

Correlaciones por poblaciones

En términos de poblaciones para los mestizos no se observa ninguna asociación entre creatinina y los indicadores antropométricos y de composición corporal. La GFR mostró una relación negativa con indicadores de masa muscular como el área muscular del brazo (-0.32, $\alpha < 0.01$), el perímetro del brazo flexionado (-0.29, $\alpha < 0.01$), también con indicadores de la longitud del tronco como la talla sentado (-0.30, $\alpha < 0.01$), el índice córnicico (-0.22, $\alpha < 0.05$), finalmente se observan correlaciones positivas entre algunos indicadores de adiposidad en extremidades como los panículos del tríceps (0.24, $\alpha < 0.05$), bíceps (0.33, $\alpha < 0.01$) y la pantorrilla (0.24, $\alpha < 0.05$).

En el caso de los rarámuri la creatinina tuvo correlaciones significativas con el área muscular del brazo (0.53, $\alpha < 0.01$), y el perímetro del brazo flexionado (0.41, $\alpha < 0.05$). El peso corporal tuvo una correlación de 0.38 ($\alpha < 0.05$), la estatura de 0.61 ($\alpha < 0.01$) y la talla sentado de 0.64 ($\alpha < 0.01$), la anchura del codo (0.61, $\alpha < 0.01$) y la rodilla (0.59, $\alpha < 0.01$), la correlación fue negativa con el panículo abdominal (-0.44, $\alpha < 0.05$) y el del muslo frontal (-0.41, $\alpha < 0.05$). Sin mostrar asociaciones importantes con la GFR.

Las correlaciones aquí presentadas varían por sexo y población, en algunos casos muchas de ellas serían esperadas, como es el caso de las variables asociadas con la masa muscular con la creatinina, pues esta última es un desecho metabólico de la creatina que es usada como

sustrato para la producción de energía en los músculos, por ello se espera que sea mayor en hombres que en mujeres. Así mismo por cuestiones nutricionales y o poblacionales se espera que sea mayor en mestizos que en rarámuri, pues los primeros tuvieron en general más masa muscular que los segundos.

En otros casos se observaron asociaciones con la estatura total que fue positivamente relacionada con la creatinina, así mismo se observaron correlaciones negativas entre la GFR y la talla sentado y el índice Córnic, donde las longitudes elevadas en el tronco se asociaron negativamente con la tasa de filtración glomerular (GFR), y esta última con la tensión arterial en algunos casos.

Estas asociaciones se podrían deber a los cambios en la estatura y la proporcionalidad corporal que se pueden asociar con el tempo y su variación en la adolescencia, además los niveles de creatinina aumentan de manera importante durante la adolescencia, lo que se relaciona con la GFR.

A la par se puede plantear que la talla sentado es menos sensible a factores ambientales en periodos tempranos de la vida a diferencia de las piernas (Li, *y col.*, 2007, Gunnell, *y col.*, 2003), lo que probablemente explicaría que quizás la asociación entre el aumento en la talla sentado y la disminución en la GFR también podría estar refiriendo a factores que influyeron en el periodo prenatal, que es el periodo crítico más importante en la determinación del número y tamaño glomerular (Hughson *y col.*, 2003) sin olvidar el impacto de factores genéticos y epigenéticos que modulan la GFR (Smyth, *y col.*, 2014). Que es lo mismo en la relación con el índice Córnic que sugiere también tiene un impacto negativo en la GFR la reducción en las extremidades inferiores, lo que articularia las condiciones tempranas de vida del sujeto. Lo que sin duda nos refiere a un proceso complejo y con una sensibilidad diferente que puede articular mecanismos diversos.

6.4.3.3. Ácido Úrico

El ácido úrico es el producto de desecho del metabolismo del nitrógeno, así mismo es un resultado metabólico final de la oxidación de las purinas que se excreta por el organismo en la orina, y se ve incrementado por factores dietéticos, así como por enfermedades congénitas y/o renales (Shatat, *y col.*, 2012). También se menciona que niveles altos en sangre de ácido úrico se pueden asociar con hipertensión arterial (Shatat, *y col.*, 2012). En las poblaciones que nosotros analizamos observamos que los valores de ácido úrico fueron similares entre poblaciones (6.6 mg/ dl ♂ mestizos - 6.5 mg/ dl ♂ rarámuri y 4.9 mg/ dl ♀ mestizas y 4.6 mg/ dl ♀ rarámuri) es decir que hubo similitud entre los varones y mujeres de cada grupo con sus contrapartes.

Se observa que en general los valores fueron más elevados con respecto a los valores de los adolescentes norteamericanos como para los adolescentes mexicano-americanos, donde la media de nuestros datos se coloca cerca del centil 75 de las referencias de Shatat y colaboradores (2012), lo que se puede explicar por la dieta que se sigue en esa región, pues el consumo de alimentos elevados en purinas forman parte en prácticamente todos los tiempos de comida, donde destacan los frijoles y diversos alimentos con carnes rojas especialmente res y cerdo, y al estar inmersos en el mismo contexto los rarámuri estudiados, generalmente siguen una dieta similar. En el comparativo entre sexos al igual que lo descrito por Shatat y colaboradores (*idem*) se observan diferencias significativas entre hombres y mujeres tanto para los mestizos como para los rarámuri.

Correlaciones por población y sexo

Este indicador bioquímico se correlacionó con las variables antropométricas, que en el caso de los varones mestizos no se encontraron correlaciones significativas, mientras que en los rarámuri se observan correlaciones positivas moderadas con indicadores de adiposidad principalmente como el área grasa del brazo (0.52, $\alpha < 0.05$), el porcentaje de grasa (0.52, $\alpha < 0.05$), el peso corporal (0.59, $\alpha < 0.01$), el IMC (0.49, $\alpha < 0.05$), panículo del bíceps (0.67, $\alpha < 0.01$), el del tríceps (0.53, $\alpha < 0.05$), cresta ilíaca (0.54, $\alpha < 0.05$) e ilioespinal (0.52, $\alpha < 0.05$) y los demás panículos quedaron en valores fronterizos con niveles de correlación similares,

también se observó una correlación con variables ligadas a la masa muscular como el perímetro del brazo flexionado (0.54, $\alpha < 0.05$).

En el caso de las mujeres mestizas solo se encontró una correlación positiva con el índice Córnicico (0.43, $\alpha < 0.05$).

En las mujeres rarámuri, al ácido úrico tuvo una correlación positiva importante con el porcentaje de grasa estandarizado (0.73, $\alpha < 0.05$) y quedó con valores de significancia fronterizos en el porcentaje de grasa (0.66 $p = 0.053$) y el panículo del tríceps (0.65 $p = 0.056$).

Correlaciones por sexo

El ácido úrico (AU), correlacionó en los varones con porcentaje de grasa (.26, $\alpha < .05$), el peso (0.26, $\alpha < 0.05$) el IMC, (0.29, $\alpha < 0.05$) y los panículos del bíceps (0.30, $\alpha < 0.05$) y el de la pantorrilla (0.26, $\alpha < 0.05$).

En el caso de las mujeres el AU correlacionó positivamente con el índice Córnicico (0.41, $\alpha < 0.01$)

Correlaciones por población

Las correlaciones en los mestizos analizados como grupo presentan correlaciones de bajas a moderadas positivas con los indicadores de masa muscular y negativas con los de adiposidad. El área muscular del brazo (0.32, $\alpha < 0.05$), perímetro del brazo flexionado (0.27, $\alpha < 0.005$). También fueron positivas con el peso corporal (0.26, $\alpha < 0.01$), la estatura total (0.31, $\alpha < 0.005$), la talla sentado (0.24, $\alpha < 0.05$), el índice cintura/cadera (0.45, $\alpha < 0.001$). Entre los indicadores de adiposidad se encuentran el área grasa del brazo (-0.28, $\alpha < 0.05$), el porcentaje de grasa (-0.36, $\alpha < 0.005$), los panículos; subescapular (-0.22, $\alpha < 0.05$), del tríceps (-0.36, $\alpha < 0.001$), del bíceps (-0.30, $\alpha < 0.01$), cresta iliaca (-0.28, $\alpha < 0.05$), ilioespinal (-0.33, $\alpha < 0.001$), abdominal (-0.24, $\alpha < 0.05$), del muslo frontal (-0.34, $\alpha < 0.01$), pantorrilla (-0.33, $\alpha < 0.005$), también muestran una correlación significativa la anchura del codo (0.54, $\alpha < 0.001$) y la rodilla (-0.37, $\alpha < 0.001$). Una correlación que es importantes destacar es la que se encontró con la tensión arterial sistólica (0.23, $\alpha < 0.05$).

En los rarámuri el mismo metabolito mostró correlaciones con el área muscular del brazo (0.55, $\alpha < 0.01$), el perímetro del brazo flexionado (0.52, $\alpha < 0.01$), el índice cintura cadera (0.42, $\alpha < 0.05$), el peso corporal (0.47, $\alpha < 0.01$), la estatura total (0.66, $\alpha < 0.001$), la talla sentado (0.66, $\alpha < 0.001$), la anchura del codo (0.55, $\alpha < 0.01$) y de la rodilla (0.67, $\alpha < 0.001$)

Los resultados para el AU en nuestras poblaciones representan valores elevados en general, siendo estos mayores en los hombres que en las mujeres, en general correlacionó de manera positiva con los indicadores de masa muscular, y adiposidad centralizada como lo sería el índice cintura/cadera, aunque también se observa que la asociaciones con la adiposidad cambian de acuerdo a la etnicidad, pues en los mestizos la adiposidad y el AU muestran una correlación negativa, mientras que en los rarámuri la relación adiposidad y AU es positiva. Este comportamiento puede estar vinculado con factores del tipo de alimentación como se mencionó antes, estables entre los mestizos y los cambios que implican para los rarámuri. En otros casos también se puede asociar con la cantidad, pues los niveles del AU muestran correlaciones importantes tanto con las grasas, las proteínas y el monto calórico en general como refieren Shatat, y col. (2012).

Finalmente hay que mencionar que en algunos casos se asoció el AU con la tensión arterial, lo que es concordante con lo observado por Shatat, y colaboradores (2012).

6.4.3.4. Lípidos en sangre

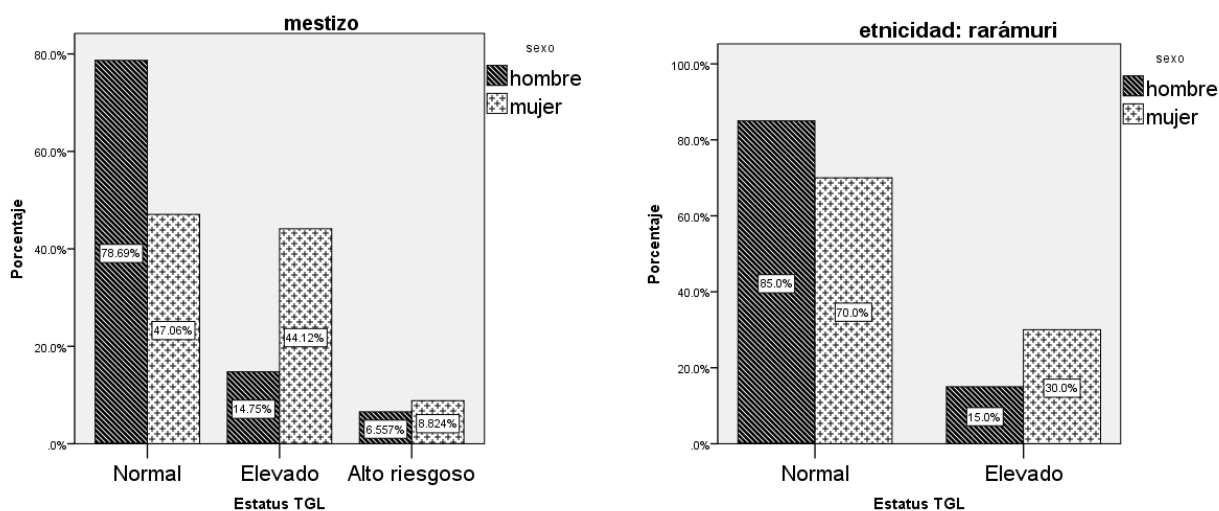
6.4.3.4.1. Triglicéridos

En lo que respecta a los triglicéridos se observó que en general los mestizos tuvieron valores más altos que los rarámuri, sin que dichas diferencias fueran significativas en ningún sexo. También se observó que en general los triglicéridos fueron más altos en las mujeres, siendo significativas las diferencias solamente en el caso de la población mestiza, donde en general el perfil lipídico fue más elevado en las mujeres.

Independientemente de los valores brutos, para tener una idea más precisa se evaluaron los niveles para ambos sexos y para ambas poblaciones.

En la figura 34 se puede observar que hay un mayor número de mujeres por encima de los valores normales en ambas poblaciones, y una mayor proporción de casos en condiciones riesgosas en los mestizos. Los resultados muestran que en el caso de las poblaciones mestizas solo el 47% de las mujeres se encontró en un rango “normal”, un 44% con valores “elevados”, y el 8.9% presenta valores “altos riesgosos”, en tanto que los varones mestizos tuvieron el 78.7 % de los casos en un rango “normal”, el 14.7% tuvo valores “elevados”, y el 6.6% presentó valores “altos riesgosos”. En los rarámuri el 70% de las mujeres presentaron niveles “normales” y el 30 % “elevado” en tanto los hombres presentaron un 85% de los casos en el rango “normal” y solo un 15 % tuvo niveles de TGL “elevados”.

Figura 34. Comparativo de porcentajes por sexo y etnicidad para el estatus de triglicéridos



Correlaciones por grupo y sexo

En los varones mestizos los TGL correlacionaron con indicadores de muscularidad como el AMB (0.29, $\alpha < 0.05$) y el perímetro del brazo flexionado (0.31, $\alpha < 0.05$), algunos perímetros mostraron correlaciones positivas de bajas a moderadas como el del brazo relajado (0.34, $\alpha < 0.05$), la cintura (0.46, $\alpha < 0.001$), la cadera (0.42, $\alpha < 0.005$). Los indicadores de masa corporal como el peso (0.49, $\alpha < 0.001$) y el IMC (0.43, $\alpha < 0.005$), también tuvieron asociación así como la estatura (0.29, $\alpha < 0.05$), en los indicadores de adiposidad mostraron asociación todos los panículos del tronco como el subescapular (0.37, $\alpha < 0.01$), de la cresta iliaca (0.32, $\alpha < 0.05$), ilioespinal (0.34, $\alpha < 0.05$), abdominal (0.36,

$\alpha < 0.05$), y solo un panículo de las extremidades que fue el del muslo frontal (0.42, $\alpha < 0.01$). La estatura tuvo una correlación baja pero significativa (0.29, $\alpha < 0.05$), y las anchuras de codo y rodilla también se asociaron positivamente con el nivel de TGL (0.40, $\alpha < 0.01$, codo y 0.30, $\alpha < 0.05$ rodilla).

En los varones rarámuri no se observaron correlaciones significativas.

En las mujeres mestizas tampoco hubo correlaciones significativas y el perímetro de la cintura se quedó en valores fronterizos (0.33, $p = 0.07$). Para las chicas rarámuri se observaron correlaciones negativas tanto para la estatura total (-0.63, $\alpha < 0.05$) como para la talla sentado (-0.69, $\alpha < 0.05$).

Correlaciones por población

En la población mestiza se encontraron correlaciones que asocian los niveles de TGL con la adiposidad y el sobrepeso. En el caso del peso se observó una correlación de baja a moderada (0.31, $\alpha < 0.001$) pero altamente significativa como lo es también en el caso del IMC (0.39, $\alpha < 0.001$). El área grasa del brazo (0.29, $\alpha < 0.01$) y el porcentaje de grasa (0.28, $\alpha < 0.05$) también se asociaron a los niveles de TGL. Casi todos los panículos mostraron asociaciones con los TGL; Tríceps (0.25, $\alpha < 0.05$), bíceps (0.32, $\alpha < 0.01$), cresta iliaca (0.37, $\alpha < 0.01$), ilioespinal (0.40, $\alpha < 0.001$), abdominal (0.37, $\alpha < 0.01$), muslo frontal (0.29, $\alpha < 0.01$), pantorrilla medial (0.29, $\alpha < 0.01$), y solo el panículo subescapular no correlacionó con los TGL. Otros indicadores como el perímetro del brazo relajado (0.25, $\alpha < 0.05$), el perímetro de la cintura (0.35, $\alpha < 0.001$) y el de la cadera (0.43, $\alpha < 0.001$) también mostraron asociaciones con alto grado de significancia.

En el caso de los rarámuri no se observaron correlaciones y solo los panículos de la cresta iliaca (0.39, $p = 0.06$) y el abdominal (0.37, $p = 0.07$) quedaron en rangos fronterizos.

Correlaciones por sexo

Las correlaciones por sexo mostraron que en el caso de los hombres el AMB (0.30, $\alpha < 0.05$), el perímetro del brazo flexionado (0.30, $\alpha < 0.05$), el perímetro del brazo relajado (0.33, $\alpha < 0.01$), el perímetro de la cintura (0.40, $\alpha < 0.01$), la cadera (0.36, $\alpha < 0.01$) y el índice

cintura/cadera (0.28, $\alpha < 0.05$). Los indicadores de adiposidad en tronco mostraron asociaciones de bajas a moderadas entre ellos el pániculo subescapular (0.30, $\alpha < 0.05$), el de la cresta iliaca (.30, $\alpha < 0.05$), el ilioespinal (0.28, $\alpha < 0.05$), el abdominal (0.34, $\alpha < 0.01$) y también el del muslo frontal (0.33, $\alpha < 0.01$). Los indicadores de masa mostraron correlaciones significativas como el peso (0.45, $\alpha < 0.001$), el IMC (.37, $\alpha < 0.01$) y otras dimensiones como la estatura total (0.28, $\alpha < 0.01$) y la anchura del codo (0.33, $\alpha < 0.01$).

En el sexo femenino solo se observaron correlaciones entre los TGL con el perímetro de la cadera (0.31, $\alpha < 0.05$) y con el pániculo ilioespinal (0.33, $\alpha < 0.05$).

En resumen, para este indicador se observan valores más elevados en las mujeres que en hombres, presentando también mayor número de casos con un perfil de TGL elevado, o de riesgo. También fue mayor la proporción de mestizos que de rarámuri, quienes mostraron niveles de riesgo para este indicador, que como en el caso de los mestizos y de los hombres en general correlacionó de manera positiva con la adiposidad, especialmente la del abdomen y tronco, así como otros indicadores de riesgo como lo es el IMC y el perímetro de la cintura, a los que podemos agregar el perímetro de la cadera que resulto consistente en las correlaciones del sexo femenino.

6.4.3.4.2. Colesterol Total

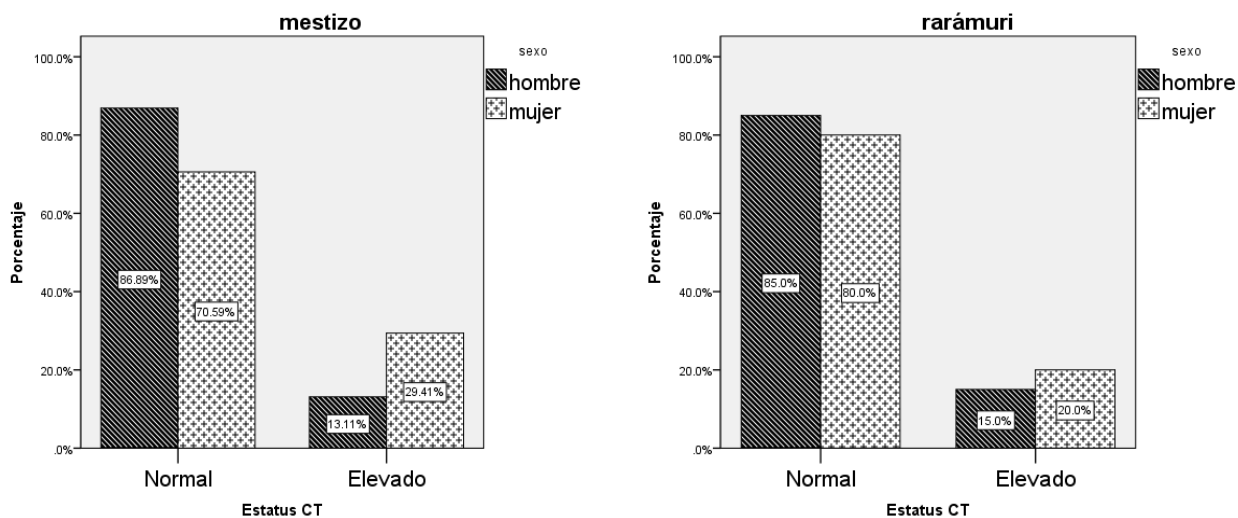
El colesterol total en sangre se asocia con la arterioesclerosis, y su nivel de riesgo se presenta desde etapas tempranas en la vida. Hickman y colaboradores (1998) asocian la reducción en los niveles de colesterol en adultos y adolescentes con la reducción en la mortalidad por enfermedades de las arterias coronarias. En nuestro caso este indicador fue evaluado junto con las lipoproteínas de alta y baja densidad.

En las muestras de mestizos y rarámuri observamos que en general las mujeres tuvieron niveles más altos de colesterol en sangre que los varones, siendo significativas las diferencias solo en el caso de los mestizos.

En el comparativo por población, tanto los varones rarámuri como los mestizos presentaron valores similares, al igual que las mujeres, aunque las mujeres mestizas fueron el grupo con

el promedio más alto. Este comportamiento corresponde con el nivel de riesgo, pues las mujeres mestizas mostraron la mayor proporción de casos con el colesterol “elevado” (29.4%) seguidas por las mujeres rarámuri (con el 20%). Pero a diferencia de lo observado en los TGL, los varones rarámuri fueron quienes siguieron en la lista con el tercer lugar con más casos con el CT elevado (15 %), finalmente los varones mestizos fueron el grupo con una menor proporción de casos con el CT elevado (13.1 %)

Figura 35. Comparativo de porcentajes por sexo y etnicidad para el estatus del colesterol total.



Correlaciones por grupo y sexo

El colesterol Total (CT), mostró correlaciones en los hombres mestizos solamente con el pániculo del muslo frontal (0.29, $\alpha < 0.05$). En los varones rarámuri no se observó ninguna correlación con el CT.

En las mujeres mestizas solo correlacionó el IMC con el CT (0.34, $\alpha < 0.05$). En el caso de las mujeres rarámuri no se observaron correlaciones significativas.

Correlaciones por población

Para la población mestiza estudiada el CT correlacionó principalmente con los indicadores de adiposidad, entre los que destacan en área grasa del brazo (0.28, $\alpha < 0.05$), el porcentaje de grasa (0.31, $\alpha < 0.01$), los panículos del tríceps (0.28, $\alpha < 0.05$), del bíceps (0.23, $\alpha < 0.05$), de la cresta iliaca (0.23, $\alpha < 0.05$), ilioespinal (0.26, $\alpha < 0.05$), abdominal (0.26, $\alpha < 0.05$), muslo frontal, (0.36, $\alpha < 0.01$) y el de la pantorrilla (0.33, $\alpha < 0.01$). Otros indicadores como el perímetro de la cadera (0.28, $\alpha < 0.05$), el ICC (índice cintura/cadera) (-0.25, $\alpha < 0.05$) y el índice córmico (0.27, $\alpha < 0.05$) mostraron asociaciones significativas, junto con este último indicador podemos integrar la estatura total (-0.29, $\alpha < 0.01$) donde ambos indicadores sugieren que las condiciones en los primeros años de crecimiento asociados con la longitud de las piernas tienen cierto impacto en los niveles de CT (Gunnell *y col.*, 2003). Finalmente, el IMC también se asoció (0.25, $\alpha < 0.05$) y la correlación menos esperada es que el CT muestra una correlación negativa con la tensión arterial sistólica (-0.23, $\alpha < 0.05$), la cual nos resulta difícil de interpretar pues se esperaría una relación opuesta a la encontrada.

En el caso de los rarámuri no encontramos ninguna asociación significativa entre antropometría y CT.

Correlaciones por sexo

Con base en el sexo solo se observó la correlación del CT con el perímetro de las caderas en las mujeres (0.33, $\alpha < 0.05$). Mientras que en los hombres no hubo asociaciones significativas con ninguna variable.

En términos generales el colesterol total mostró el comportamiento esperado con valores más altos en mujeres, aunque este sexo presentó más casos con valores elevados, y se observó que en el caso de las mujeres el perímetro de la cadera es un indicador que de manera regular se asocia con los niveles del CT. En los varones la adiposidad corporal fue un factor importante que se asocia con los niveles del CT.

6.4.3.4.3. Lipoproteínas de alta densidad HDL-C

Las HDL juegan un papel importante en el metabolismo de los lípidos, llevando desde los diferentes tejidos el colesterol al hígado, sus niveles se han asociado a la reducción de riesgos cardiovasculares, y aumentan con una dieta y actividad física adecuadas. En este indicador la condición que se contempla como riesgosa es cuando las HDL bajan emparejadas con un aumento de las LDL.

De acuerdo a los promedios observados en las muestras mestiza y rarámuri observamos que en el caso de los varones el promedio de las HDL fue mayor en los rarámuri, mientras que en el sexo femenino, los niveles fueron más altos en las mujeres mestizas, en ninguno de los casos las diferencias fueron significativas, aunque en el caso de las mujeres los valores fueron fronterizos ($p=.06$), En el comparativos por sexos en el caso de los mestizos los valores de las HDL fueron significativas con valores más altos en las mujeres, mientras que en los rarámuri el valor fue más alto en hombres, pero sin ser significativas.

Al clasificar los valores de acuerdo a los niveles de riesgo, se observó que en los rarámuri todos los casos se ubicaron dentro del rango normal, y en el caso de los mestizos solo un caso masculino presentó un valor por debajo del percentil 5th, mientras los demás estuvieron dentro del rango. Respecto al caso observado, no se podría considerar como un caso de riesgo realmente debido a que dicho individuo presenta valores bajos en otros indicadores lipídicos como TGL CT y LDL.

Correlaciones por población y sexo

Se realizaron las correlaciones entre la HDL y las variables antropométricas. En el caso de los hombres mestizos las correlaciones fueron negativas entre las HDL y los indicadores de adiposidad centralizados como el perímetro de la cintura (-0.35 , $\alpha < 0.05$), y el de la cadera (-0.37 , $\alpha < 0.01$), algunos indicadores de masa como el peso corporal (-0.33 , $\alpha < 0.01$), el IMC (-0.28 , $\alpha < 0.05$), también la talla sentado correlacionó negativamente con la HDL (-0.35 , $\alpha < 0.05$) y dos panículos cutáneos, el subescapular (-0.28 , $\alpha < 0.05$) y el del muslo frontal (-0.36 , $\alpha < 0.05$).

En los hombres rarámuri se observaron correlaciones negativas importantes entre la adiposidad y las HDL, como lo fue el porcentaje de grasa en bruto (-0.53 , $\alpha < 0.05$) y

estandarizado (-0.66, $\alpha < 0.01$), el área grasa del brazo (-0.59, $\alpha < 0.05$), el IMC (-0.49, $\alpha < 0.05$), los panículos del tríceps (-0.63, $\alpha < 0.01$) y el abdominal (-0.60, $\alpha < 0.05$). También correlacionó el índice cintura/cadera (-0.70, $\alpha < 0.01$) y la única correlación positiva fue con anchura del codo (0.64, $\alpha < 0.01$).

En el caso de las mujeres mestizas se observaron correlaciones negativas con el perímetro de la cintura (-0.35, $\alpha < 0.05$), y con los panículos de la cresta iliaca (-0.41, $\alpha < 0.05$) y el ilioespinal (-0.45, $\alpha < 0.05$). En las mujeres rarámuri no se observó ninguna correlación significativa.

Correlaciones por sexo

Al analizar las correlaciones por sexo, se observó que los hombres tuvieron correlaciones negativas en general de las HDL con la adiposidad, tal fue el caso de la AGB (-0.37, $\alpha < 0.01$), el porcentaje de grasa bruto (-0.31, $\alpha < 0.05$), estandarizado (-0.33, $\alpha < 0.01$), el peso corporal (-0.33, $\alpha < 0.01$), el IMC (-0.35, $\alpha < 0.01$), los panículos; subescapular (-0.33, $\alpha < 0.01$), del tríceps (-0.36, $\alpha < 0.01$), del bíceps (-0.30, $\alpha < 0.05$), de la cresta iliaca (-0.27, $\alpha < 0.05$), ilioespinal (-0.31, $\alpha < 0.05$), abdominal (-0.34, $\alpha < 0.01$), del muslo frontal (-0.37, $\alpha < 0.01$), algunos perímetros como el del brazo relajado (-0.30, $\alpha < 0.05$), brazo flexionado (-0.25, $\alpha < 0.05$), perímetro de la cintura (-0.37, $\alpha < 0.01$), de la cadera (-0.30, $\alpha < 0.05$), el índice cintura/cadera (-0.35, $\alpha < 0.01$).

En las mujeres se asociaron negativamente las HDL con el perímetro de la cintura (-0.42, $\alpha < 0.01$), el índice cintura/cadera (-0.43, $\alpha < 0.01$) y los panículos de la cresta iliaca (-0.39, $\alpha < 0.05$) y el ilioespinal (-0.40, $\alpha < 0.05$).

Correlaciones por poblaciones

En la población mestiza las HDL correlacionaron negativamente con al AMB (-0.34, $\alpha < 0.01$), el perímetro del brazo relajado (-0.35, $\alpha < 0.05$) y el del brazo flexionado (-0.33, $\alpha < 0.01$), el perímetro de la cintura (-0.38, $\alpha < 0.01$) el índice cintura/cadera (-0.42, $\alpha < 0.01$), algunas medidas corporales como la estatura (-0.29, $\alpha < 0.01$), la talla sentado (-0.36, $\alpha <$

0.01), la anchura del codo (-0.42, $\alpha < 0.001$) y la rodilla (-0.41, $\alpha < 0.001$), el peso corporal (-0.32, $\alpha < 0.01$) y finalmente también se asoció la tensión arterial sistólica (-0.33, $\alpha < 0.01$).

En los rarámuri fue más clara la asociación negativa de las HDL con la adiposidad, comenzando por el AGB (-0.52, $\alpha < 0.01$), el porcentaje de grasa bruto (-0.42, $\alpha < 0.05$) y estandarizado (-0.53, $\alpha < 0.01$), los panículos del tríceps (-0.51, $\alpha < 0.05$), cresta iliaca (-0.44, $\alpha < 0.05$) y el abdominal (-0.53, $\alpha < 0.01$), también el IMC (-0.49, $\alpha < 0.01$), el perímetro de la cintura (-0.46, $\alpha < 0.05$), el perímetro del brazo relajado (-0.42, $\alpha < 0.05$) y el índice cintura/cadera (-0.54, $\alpha < 0.01$).

Las asociaciones aquí presentadas muestran que hay una asociación inversa entre la adiposidad y las HDL, especialmente la adiposidad centralizada en el tronco. En el caso de las mujeres mestizas y los hombres mestizos la asociación entre los panículos del abdomen (cresta iliaca e ilioespinal) fueron importantes, así como el perímetro de la cintura y el índice cintura/cadera.

La asociación fue más clara en los rarámuri, pues prácticamente casi todos los indicadores de adiposidad mostraron asociaciones negativas moderadas y muy significativas en algunos casos.

En los mestizos también se observó una asociación de la TAS con las HDL, lo que sugiere que los reducidos niveles de HDL también se pueden asociar con algún riesgo hipertensivo.

6.4.3.4.4. Lipoproteínas de baja densidad (LDL-C)

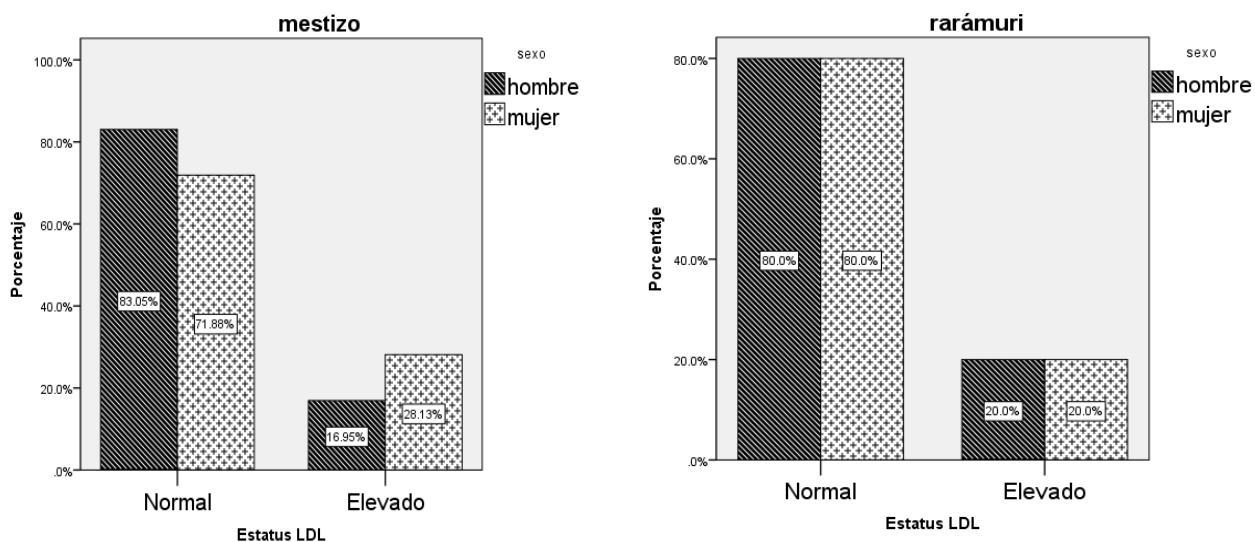
El último indicador de lípidos en sangre que analizamos fueron las LDL, que son las moléculas cuyos niveles se asocian de manera importante con el desarrollo de las enfermedades cardiovasculares, especialmente de las arterias coronarias.

En las poblaciones evaluadas observamos que las LDL fueron muy similares tanto en los hombres como en las mujeres, presentando mínimas diferencias con valores más altos en mestizos, y al ser tan pequeñas no fueron significativas ni entre poblaciones ni entre sexos.

La evaluación con los puntos de corte establecidos (Hickman y colaboradores, 1998) nos permite ver que en el caso de los mestizos los hombres presentan el mayor número de casos dentro del rango normal (83%), mientras que las mujeres presentan solo el 71.9%, por lo tanto, solo el 16.9% de los hombres mestizos presentó un nivel de LDL elevado mientras que las mujeres tuvieron un 28.1 %.

En el caso de los rarámuri se observa que para ambos sexos el 80% de los casos tuvo valores “normales”, mientras que el 20% en ambos sexos tuvo las LDL elevadas. (Véase figura 36).

Figura 36. Comparativo de porcentajes por sexo y etnicidad para el estatus de las LDL-C



Correlaciones por población y sexo

En los varones mestizos los LDL correlacionaron positivamente con el índice c6rmico (0.32, $\alpha < 0.05$). En los hombres rar6muri no se observaron asociaciones con ninguna variable.

En el caso de las mujeres mestizas solo hay asociaci6n de las LDL con el IMC (0.35, $\alpha < 0.05$). Mientras que en las rar6muri al igual que en los hombres no se encontr6 asociaci6n alguna.

Correlaciones por sexo

En hombres no se observan correlaciones, mientras que en las mujeres el IMC se asoci6 positivamente (0.33, $\alpha < 0.05$).

Correlaciones por poblaci6n

En la muestra mestiza el 6ndice c6rmico fue la 6nica variable que correlacion6 con las LDL (0.29, $\alpha < 0.05$) y en los rar6muri no hubo asociaciones.

6.4.3.4.5. 6ndice CT/HDL

El 6ndice del colesterol total sobre las HDL se asocia con el riesgo cardiovascular en todas las edades, por ello se compararon los valores entre rar6muri mestizos para dicho 6ndice y encontramos que los valores fueron similares para ambos grupos sin tener diferencias significativas (3.48 \pm .69 en mestizos y 3.44 \pm .77 en rar6muri).

6.4.4. Estado nutricional, indicadores antropométricos y bioquímicos

En este apartado se evalúan las diferencias observables en las variables bioquímicas en relación al estado nutricional determinado por medio del IMC con las referencias de la OMS 2007, así como las asociaciones que hay sobre algunas variables antropométricas con los diferentes indicadores antropométricos.

6.4.4.1. Varones mestizos

Los resultados que expresan los niveles de cada indicador bioquímico de acuerdo con el estado nutricional de los varones mestizos, se muestran en el cuadro 20. En el cuadro se observa que la glucosa fue más alta en los grupos con sobrepeso y obesidad, y la asociación fue estadísticamente significativa entre la glucemia y el estado nutricional. En un sentido opuesto la creatinina fue más baja en los sujetos con sobrepeso y obesidad, lo cual refleja una menor masa muscular, esta tendencia muestra valores más altos en glucemia cuando se reduce la masa muscular lo que sugiere que puede haber una relación entre el tejido muscular y el metabolismo de la glucosa en este grupo.

El ácido úrico aumentó junto al sobrepeso lo que podría sugerir algún factor dietético asociado a la adiposidad y la uremia. El patrón está también presente en los triglicéridos que se elevan conforme aumenta el sobrepeso llegando a duplicar los valores en los obesos mostrando una asociación significativa.

El colesterol total también muestra un aumento, pero no es tan importante ni significativo. Las HDLs muestran un patrón dentro de lo esperado donde quienes tienen un IMC dentro del rango saludable presentaron niveles más elevados, aunque sin ser significativa la asociación, sugiere que podrían tener niveles de actividad distintos por lo que en parte el sobrepeso se podría asociar con el sedentarismo en este grupo.

Las LDL no mostraron una tendencia, y fueron más altas en los sujetos con sobrepeso, pero también fueron las más bajas en los sujetos con obesidad.

El índice de colesterol total sobre las HDL sí muestra una tendencia a ser más elevado en los sujetos con sobrepeso y obesidad, pero el grado de significancia estadística no es suficiente.

Cuadro 20. Indicadores bioquímicos por condición nutricia en varones mestizos

Estado nutricional	Glucosa	Creatinina	Ácido Úrico	TGL	Colesterol Total	HDL-C	LDL-C	Índice CT/HDL
Promedio	98.4±5.8	1.0±1.01	6.4±1.3	89.8±49.9	147.9±20.9	44.7±7.6	86.1±18.4	3.37±0.64
Sobrepeso	104.6±7.6	0.88±0.13	7.5±0.86	114.2±49.9	156.7±28.05	41.4±7.1	92.3±24.7	3.85±0.80
Obesidad	104.0±7.07	0.85±0.13	7.5±0.57	203.5±58.7	161.5±2.12	40.5±2.12	80.5±16.3	3.99±0.26
Estadístico	F= 4.73	F= 0.089	F= 3.28	F=5.61	F=0.95	F=1.06	F=0.52	F=2.72
Sig.	0.012*	0.915	0.045*	0.006**	0.39	0.35	0.59	0.074

* $\alpha < 0.05$ y ** $\alpha < 0.01$

De acuerdo a cada indicador se hizo un comparativo por medio de la prueba ANOVA entre los sujetos que tenían valores adecuados y aquellos que los tenían fuera de rango para cada indicador antropométrico.

Estado de la glucemia y antropometría en varones mestizos.

En el caso de la glucosa sanguínea en los varones mestizos se observó una asociación entre el estado de la glucosa y la masa muscular del brazo (AMB), donde los sujetos con valores más adecuados presentaron valores más altos de tejido muscular que aquellos con niveles de glucosa altos (48.7±12.3 cm² vs 41.1±6.3 cm² F= 6.880, $\alpha < 0.05$). Lo mismo sucede con el perímetro del brazo flexionado y en tensión, que presentó valores más elevados en los sujetos con valores de glucosa aceptables (30.2±3.3 cm vs 28.4±2.5 cm F=4.572, $\alpha < 0.05$). La relación entre estos indicadores puede estar reflejando una asociación indirecta entre el nivel de actividad física necesario para generar cierto grado de hipertrofia muscular, que puede asociarse con una mayor sensibilidad de los tejidos a la insulina y una mayor cantidad de tejido sensible a la misma.

El otro indicador que mostró asociación con los niveles de glucosa fue la talla sentado que fue más elevada en los sujetos con la glucemia normal (90.0±3.8 cm vs 88.0±2.8 cm, F= 4.572, $\alpha < 0.05$), este parámetro es difícil de explicar pues refiere un mayor crecimiento en los sujetos normales, pero la interpretación no es tan sencilla como lo pueden ser en las extremidades, o rasgos relacionados con la composición corporal.

Estado de los triglicéridos y antropometría en varones mestizos.

Con relación a los triglicéridos se observó que el peso (59.9 ± 8.0 kg vs 66.2 ± 17.5 kg vs 80.2 ± 17.0 kg $F= 7.670$ $\alpha < 0.01$) y el IMC (21.0 ± 2.3 kg/m² vs 23.1 ± 5.0 kg/m² vs 26.0 ± 6.0 kg/m² $F=5.895$ $\alpha < 0.01$) fueron más altos en los grupos con los triglicéridos “elevados” y “altos riesgosos”, el comportamiento fue similar para el perímetro de la cintura (72.9 ± 4.8 cm vs 77.5 ± 11.6 cm vs 83.6 ± 6.9 cm, $F= 4.923$, $\alpha < 0.05$), y para el perímetro de la cadera (88.7 ± 5.3 cm vs 93.7 ± 9.5 cm vs 95.9 ± 5.3 cm, $F= 3.857$, $\alpha < 0.05$). Varios de los panículos adiposos del tronco tuvieron el mismo comportamiento, como lo fue con el subescapular (9.4 ± 3.5 mm vs 10.9 ± 4.7 mm vs 14.3 ± 5.1 mm, $F=4.068$, $\alpha < 0.05$), el ilioespinal (7.8 ± 3.7 mm vs 10.3 ± 4.7 mm vs 12.8 ± 4.3 mm, $F=3.337$, $\alpha < 0.05$) el abdominal (12.7 ± 5.6 mm vs 17.2 ± 9.2 vs 21.5 ± 7.7 mm, $F=3.873$, $\alpha < 0.05$) y de la extremidad inferior el panículo anterior del muslo (10.0 ± 3.4 mm vs 11.7 ± 3.9 mm vs 15.4 ± 5.4 , $F=3.586$, $\alpha < 0.05$). Estos datos sugieren que los niveles elevados de triglicéridos se asocian con mayores cantidades de masa corporal, pero especialmente cuando esta se asocia con tejido adiposo y este se encuentra en la región del tronco y la cintura.

Estado del colesterol total y antropometría en varones mestizos.

Para el colesterol total en los varones mestizos se observó que solamente la estatura mostró un comportamiento distinto por grupo siendo más baja en los sujetos que presentaron niveles elevados de colesterol (169.8 ± 6.5 cm vs 164.6 ± 5.6 cm, $F= 4.638$ $\alpha < 0.05$), lo que parece indicar que la reducción en el crecimiento podría estar asociado con las dislipidemias en los varones de este grupo.

Estado de las LDL y antropometría en varones mestizos.

Tanto para las lipoproteínas de alta como las de baja densidad no se observó un comportamiento particular de alguna variable antropométrica.

6.4.4.2. Varones rarámuri

En los hombres rarámuri no se observó ninguna asociación estadística entre el sobrepeso y los indicadores bioquímicos (véase cuadro 21), a pesar de que todos los indicadores fueron más altos en los sujetos obesos, a excepción de las HDLs que como se esperaría son más altos en los sujetos con un IMC deseable.

Algo que se debe hacer notar es que la glucemia es muy similar en los sujetos con sobrepeso y en los sujetos obesos, se puede notar que en este grupo tanto la adiposidad como la masa muscular incrementaron juntos, esto se puede notar en indicadores como la creatinina que fue más alta en los sujetos obesos a diferencia de los mestizos. el índice CT/HDL muestra valores más altos en los jóvenes obesos sin llegar a ser significativas, pero con las implicaciones de riesgo cardiovascular que podría estar latente.

Cuadro 21. Indicadores bioquímicos por condición nutricia en varones rarámuri

Estado nutricional	Glucosa	Creatinina	Ácido Úrico	TGL	Colesterol Total	HDL-C	LDL-C	Índice CT/HDL
Promedio	101.3±8.3	0.81±0.13	6.4±0.88	87.5±35.0	150.3±24.3	48.1±12.45	84.7±17.5	3.25±0.71
Obesidad	105.5±6.4	0.84±0.15	7.5±01.84	110.5±44.5	153.5±10.6	36.5±4.95	95.0±7.1	4.26±0.87
Estadístico	F= 0.473	F= 0.143	F= 2.57	F=0.751	F=0.032	F=1.642	F=0.650	F=3.561
Sig..	0.501	0.710	0.126	0.398	0.860	0.216	0.431	0.075

* $\alpha < 0.05$ y ** $\alpha < 0.01$

Estado de la glucemia y antropometría en varones rarámuri.

En los varones rarámuri la asociación entre la glucemia y los indicadores antropométricos mostró una asociación entre la adiposidad y la glucemia, donde los sujetos con valores fuera de rango presentaron valores muy elevados comparados con los sujetos con una glucemia normal en el porcentaje de grasa estimado ($19.8 \pm 3.0\%$ vs $12.0 \pm 9.5\%$, $F = 5.459$, $\alpha < 0.05$). Así mismo la adiposidad centralizada del tronco en la región abdominal donde los panículos de la cresta iliaca (20.2 ± 11.0 mm vs 10.3 ± 3.7 mm, $F = 6.395$, $\alpha < 0.05$), el ilioespinal (14.3 ± 9.1 mm vs 6.3 ± 1.4 mm, $F = 6.897$, $\alpha < 0.05$) y el abdominal (19.3 ± 8.5 mm vs 11.3 ± 3.4 mm $F = 6.657$, $\alpha < 0.05$), y solo el de la pantorrilla mostró asociación, siendo el único panículo

de las extremidades con valores significativos (11.9 ± 6.4 mm vs 5.9 ± 1.4 mm, $F=7.635$ $\alpha < 0.05$). Mientras que el perímetro de la pantorrilla se quedó en valores fronterizos (35.6 ± 2.9 cm vs 33.1 ± 1.6 cm, $F= 4.682$, $p= 0.050$).

Estado de los triglicéridos y antropometría en varones rarámuri.

En el caso de los varones rarámuri no se encontró asociación entre los triglicéridos y las variables antropométricas.

Estado del colesterol total y antropometría en varones rarámuri.

En el caso de los varones rarámuri no se encontró alguna asociación importante entre el colesterol total y las variables antropométricas.

Estado de las LDL y antropometría en varones rarámuri.

En los hombres rarámuri no se encontró asociación entre las LDL y las variables antropométricas.

6.4.4.3. Mujeres mestizas

En el caso de las mujeres mestizas se observa una glucemia similar entre las mujeres con sobrepeso y aquellas con un IMC normal siendo bajo en ambos casos, la creatinina es similar en ambos grupos, aunque el ácido úrico es más alto en las chicas con sobrepeso. Los triglicéridos fueron más altos en las mujeres con sobrepeso a un nivel significativo. El colesterol total también fue más alto al igual que las LDL pero en ambos casos no fue significativa su asociación con el estado nutricional. Las HDL fueron más altas en las mujeres promedio, aunque sin significancia estadística. Finalmente, el índice CT/HDL fue más alto en las mujeres con sobrepeso, lo que supone un riesgo cardiovascular incrementado en ellas. Los datos se muestran en el cuadro 22.

Cuadro 22. Indicadores bioquímicos por condición nutricia en mujeres mestizas

Estado nutricional	Glucosa	Creatinina	Ácido Úrico	TGL	Colesterol Total	HDL-C	LDL-C	Índice CT/HDL
Promedio	94.8±8.1	0.67±0.11	4.88±0.84	117.9±48.5	165.9±29.1	51.1±9.4	91.7±25.5	3.30±0.62
Sobrepeso	97.0±5.4	0.67±0.07	5.32±0.43	177.1±74.5	185.0±23.6	44.1±5.6	107.3±25.7	4.22±0.57
Estadístico	F= 0.466	F= 0.010	F= 1.737	F=6.616	F=2.532	F=3.472	F=1.829	F=12.446
Sig.	0.500	0.922	0.197	0.015*	0.121	0.072	0.186	0.001**

* $\alpha < 0.05$ y ** $\alpha < 0.01$

Estado de la glucemia y antropometría en mujeres mestizas

En las mujeres mestizas se analizaron los diversos indicadores antropométricos, pero ninguno de ellos mostró un patrón importante o significativo con la glucemia.

Estado de los triglicéridos y antropometría en mujeres mestizas

Los análisis de las variables antropométricas y el nivel de triglicéridos no arrojaron alguna asociación importante para las mujeres mestizas.

Estado del colesterol total y antropometría en mujeres mestizas

En el caso del colesterol total con la antropometría, en las mujeres mestizas no hubo alguna asociación significativa.

Estado de las LDL y antropometría en mujeres mestizas

Las lipoproteínas de baja densidad mostraron una asociación con el IMC que fue más alto en las mujeres que mostraron niveles elevados de las LDL ($23.8 \pm 2.6 \text{ kg/m}^2$ vs $21.7 \pm 2.2 \text{ kg/m}^2$, $F=5.640$ $\alpha < 0.05$), el perímetro de la cadera también mostró valores más altos en las mujeres con valores fuera de rango ($98.8 \pm 6.5 \text{ cm}$ vs $93.2 \pm 4.8 \text{ cm}$, $F=6.488$ $\alpha < 0.05$), y el panículo de la pantorrilla también fue más grande en las mujeres con LDL elevadas ($20.6 \pm 6.0 \text{ mm}$ vs $16.5 \pm 3.8 \text{ mm}$, $F=4.583$ $\alpha < 0.05$).

6.4.4.4. Mujeres rarámuri

En el caso de las mujeres rarámuri a diferencia de los varones; es posible observar diferencias en la glucemia que es más alta en las chicas con sobrepeso pues la asociación entre la glucemia y el estado nutricional es significativa. La creatinina es más alta en las chicas con un IMC normal, el ácido úrico también es mínimamente más alto, en ambos casos no hay significancia estadística.

Los triglicéridos, el colesterol total y las LDL fueron más altos en las chicas con sobrepeso, también sin significancia estadística. Lo mismo sucedió con el índice CT/HDL. Finalmente, las HDL fueron más altas en las chicas con IMC normal (véase el cuadro 23).

Cuadro 23. Indicadores bioquímicos por condición nutricional en mujeres rarámuri

Estado nutricional	Glucosa	Creatinina	Ácido Úrico	TGL	Colesterol Total	HDL-C	LDL-C	Índice CT/HDL
Promedio	94.7±3.3	0.64±0.09	4.67±0.89	97.3±42.9	153.9±35.7	45.0±5.3	89.4±29.20	3.46±0.89
Sobrepeso	105.3±10.4	0.58±0.02	4.53±0.67	115.0±7.2	168.0±34.7	41.3±7.6	104.0±28.5	4.05±0.78
Estadístico	F= 6.716	F=1.128	F= 0.057	F=0.473	F=0.334	F=0.782	F=0.529	F=1.196
Sig.	0.032*	0.319	0.818	0.511	0.579	0.402	0.488	0.306

* $\alpha < 0.05$ y ** $\alpha < 0.01$

Estado de la glucemia y antropometría en mujeres rarámuri

En las mujeres rarámuri se evaluó la asociación de los indicadores antropométricos con los datos bioquímicos, y en ellas se observó que el IMC fue más elevado en las chicas con glucemia elevada ($27.1 \pm 1.0 \text{ kg/m}^2$ vs $22.7 \pm 2.5 \text{ kg/m}^2$, $F=5.588$, $\alpha < 0.05$), El indicador que mostró una asociación importante con la glucemia y sus estado fue el perímetro de la cintura, siendo menor en las mujeres con una glucemia dentro del rango ($71.8 \pm 3.5 \text{ cm}$ vs $84.9 \pm 6.3 \text{ cm}$, $F= 16.539$, $\alpha < 0.01$), el índice cintura cadera fue mayor en las mujeres con sobrepeso (79.1 ± 2.5 vs 87.0 ± 7.1 , $F= 7.565$, $\alpha < 0.05$), el perímetro de la cadera se quedó en valores fronterizos ($90.6 \pm 3.9 \text{ cm}$ vs $97.3 \pm 0.9 \text{ cm}$, $F= 5.206$, $p= 0.057$).

Estado de los triglicéridos y antropometría en mujeres rarámuri

En el caso de las mujeres rarámuri la única variable que mostró una asociación con los triglicéridos fue la anchura de la rodilla que fue más pequeña en el caso de las mujeres con triglicéridos elevados (9.1 ± 0.1 cm vs 8.7 ± 0.4 cm $F= 6.588$, $\alpha < 0.05$), lo que se puede explicar como un índice de crecimiento óseo de los miembros inferiores, pues el grupo de chicas con los triglicéridos elevados tuvieron una estatura más baja, una longitud del tronco también más pequeña, pero también un índice córmico más elevado, lo que nos obliga a pensar que las extremidades inferiores son más cortas, así como el crecimiento en general, lo que nos sugiere que las condiciones de vida en etapas tempranas de la vida también tendrían algún impacto en el perfil lipídico como refieren Gunnell y col., (2003) y son observables en la adolescencia.

Estado del colesterol total, LDL y antropometría en mujeres rarámuri.

En las mujeres rarámuri tanto las LDL como el CT mostraron asociación con el porcentaje de grasa que fue más alto en las mujeres con valores elevados (24.1 ± 3.4 , vs $33.3 \pm ND$, $F= 6.590$, $\alpha < 0.05$), de manera similar y brindando información complementaria se observa que el pánículo del bíceps (8.5 ± 1.8 mm vs $14.4 \pm ND$ mm, $F= 9.258$, $\alpha < 0.05$) y el pánículo de la pantorrilla (14.3 ± 2.9 mm vs $24.2 \pm ND$ mm, $F= 10.564$, $\alpha < 0.05$) mostraron valores más altos. Recordamos que estos datos se deben tomar con precaución pues el número de muestra es muy bajo.

6.4.5. Discusión sobre los indicadores bioquímicos

El comportamiento de los rasgos bioquímicos en general para las poblaciones serranas indican un comportamiento distinto entre grupos y sexos, comenzando por que el metabolismo de glucosa muestra que los hombres como sexo tuvieron mayores casos con glucosa sanguínea elevada, siendo mayor el número de casos entre los rarámuri quienes independientemente del estado nutricional mostraron valores elevados, lo que no sería raro si consideramos que Christensen y colaboradores (2012) encontraron valores promedio en adultos de 122.5 (\pm 34.2) mg/dl en hombres y 131.5 (\pm 30.6) en mujeres.

En el caso de la glucemia en nuestra muestra de mujeres se observó que como sexo tuvieron menos casos con valores “elevados”. En las mujeres como sexo fue más alta la proporción de chicas mestizas con glucemia elevada.

En particular en el caso de los hombres rarámuri la glucemia se asocia con los indicadores de adiposidad, especialmente la abdominal, mientras que en los hombres mestizos se asoció de manera inversa con el tejido muscular que metabólicamente es sensible a la glucosa.

En las mujeres el sobrepeso fue un factor importante, así mismo el perímetro de la cintura y la cadera fueron variables que incrementaron sus valores en las mujeres con sobrepeso y con glucemias elevadas.

Mientras que otros indicadores como la creatinina muestran un comportamiento de acuerdo con lo esperado siendo más alta en hombres que mujeres y más alta en mestizos que rarámuri, lo que concuerda con los datos de composición corporal donde se observó que los mestizos tuvieron más masa magra y grasa que los rarámuri. Resulta importante subrayar que la masa magra también fue una variable que se asoció negativamente con la glucemia en los mestizos lo que podría indicar un papel protector de la masa muscular contra la diabetes y es necesario determinar su asociación con las conductas alimentarias y de actividad física.

Así mismo el ácido úrico presentó valores altos en general para ambas muestras, lo que era de esperarse pues la dieta de la región tiene un alto contenido de purinas en general que van desde los frijoles que son consumidos por ambos grupos de manera regular en prácticamente todos los tiempos de comida, así mismo las carnes rojas son parte fundamental de la dieta

mestiza a la que se adhieren en gran medida los rarámuri que migran a los pueblos más urbanizados como es el caso de Guachochi donde se colectaron los datos.

Los lípidos en general fueron más altos en las mujeres, lo cual es congruente con el comportamiento de estos indicadores en esta etapa de la vida. En general fueron más altos en las mujeres mestizas, que las rarámuri, y en estas que en los varones.

De los lípidos, los TGL fueron más altos en las mujeres mestizas, seguidas por las rarámuri, estas por los varones mestizos y estos por los rarámuri. En la población mestiza fue mucho más frecuente encontrar niveles “elevados” o “muy altos”, y se asociaron tanto con indicadores de masa magra como con indicadores de adiposidad. El sobrepeso fue un factor importante para el incremento de los triglicéridos en ambos sexos y ambas poblaciones. Lo que sugiere que tanto la cantidad como el tipo de dieta puede ser un factor importante de riesgo, así mismo resultan importantes otros factores como los niveles de actividad física y los antecedentes de crecimiento.

En el caso del CT fue muy similar en general y como los demás lípidos, fueron más altos en las mujeres, las asociaciones fueron pocas y en general se asoció este indicador con algunos indicadores de masa como el IMC y algunos indicadores de adiposidad, especialmente el panículo de la pantorrilla en mujeres. Los altos niveles de CT en las mestizas deben tomar en cuenta que ellas también fueron el grupo con la HDL más altas, seguidas por los varones rarámuri, luego las mujeres rarámuri y al final los hombres mestizos. Es justo mencionar que las HDL mostraron asociaciones negativas con la adiposidad de manera constante y de acuerdo al estado nutricional consistentemente fueron más altas en los y las participantes con un IMC normal, mostrando valores más bajos en sujetos con sobrepeso y obesidad.

Finalmente, las LDL mostraron un comportamiento similar, y fueron más altas en las mujeres, de ellas el promedio más elevado lo tuvieron las mestizas, seguidas por las rarámuri, luego por los hombres mestizos y el valor más bajo lo tuvieron los hombres rarámuri.

Estos datos muestran que para ambas poblaciones el sobrepeso incrementó los valores de varios indicadores, pero como poblaciones, en las poblaciones mestizas las dislipidemias son la principal fuente de riesgo, especialmente en los triglicéridos, mientras que entre los rarámuri el sobrepeso y la adiposidad afectaron principalmente los niveles de glucosa, que

en el sexo masculino fueron altos incluso en los varones con un IMC normal, por lo que se podría esperar un alto riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo 2. En este sentido las observaciones hechas por Christensen y colaboradores (2012), mostraron que los niveles de glucosa fueron altos entre los rarámuri, en cierta forma similares a los pimas. Pero como refieren los mismos autores; los niveles de actividad física que suelen ser altos en los rarámuri pueden jugar un papel protector para inhibir o postergar el desarrollo de la diabetes.

Con relación a lo anterior hay que tomar en cuenta que los datos recabados por Christensen y colaboradores (2012) son de adultos de las rancherías, si nosotros consideramos que nuestra muestra es de jóvenes que se integran y/o están temporalmente en los poblados mestizos es muy notable el efecto de las actividades sedentarias y algunos factores dietéticos, que ponen a estos jóvenes en un riesgo elevado de desarrollar diabetes u otras enfermedades crónico degenerativas de mantener o adoptar ese estilo de vida. Aunque en el caso de las poblaciones mestizas, también parece ser importante la actividad física y ajustes en la dieta para contrarrestar el riesgo de diabetes y las dislipidemias, aunque los datos aquí presentados sugieren que las dislipidemias no parecen ser un riesgo tan importante para los rarámuri, como lo es el metabolismo de la glucosa.

6.5. Genética y rendimiento físico en las poblaciones serranas

6.5.1.1. Genética y desempeño

Los estudios de genética han tenido grandes avances desde el reconocimiento de su valor explicativo con las leyes de Mendel. Esta ciencia de la herencia, dio uno de sus más grandes pasos con el descubrimiento de la estructura de la doble hélice del ADN en 1953, y la tecnología del ADN recombinante que han permitido proponer nuevos y grandes objetivos. Uno de sus mayores logros en este campo se materializó en febrero de 2001 con la presentación preliminar del “genoma humano”, cuya secuenciación completa se presentó para abril de 2003.

Se ha logrado el desarrollo de algunos campos de estudio que antes no hubiera sido posible imaginar gracias a los pasos agigantados que ha tenido esta disciplina, y que se explican principalmente por los grandes avances técnicos que han modificado tanto el procesamiento como el análisis de la información genética. Uno de los campos que resulta importante para nuestra investigación, es aquel que tiene que ver con la variación en el desempeño y el rendimiento físico, descifrando el papel que podría tener la información genética sobre la aptitud física y el desempeño de los diferentes tipos de actividad.

Dentro de los estudios de la genética del rendimiento físico y deportivo sin el afán de remontarnos a una investigación histórica, podríamos considerar entre los pioneros de estas observaciones y experimentos los trabajos en atletas de resistencia realizadas durante los juegos olímpicos de México 1968 y los de Montreal de 1976 (Chagnon y *col.*, 1984). Donde la búsqueda por entender las relaciones que podrían existir entre la variación genética y rendimiento físico se materializó en la exploración de las frecuencias de una serie de antígenos sanguíneos en los atletas de resistencia, donde como medio de contraste en dicha investigación se usó la población caucásica en general. Como podríamos esperar debido a la sensibilidad de las herramientas técnicas y los métodos empleados, no fue posible observar algún tipo de asociación. Este patrón se observó también en los resultados obtenidos por De Garay y colaboradores (1974) y Couture y colaboradores (1986), quienes vieron fuertemente determinadas sus investigaciones por el estado de las técnicas accesibles en esa época.

Algunos años después, un estudio que ha tenido un papel esclarecedor y propositivo en torno al impacto de la genética en el rendimiento físico, fue el “HERITAGE Family Study” (HFS). Donde se estableció una aproximación más confiable y certera sobre el papel de la genética en diversos rasgos físicos, como es el caso de la capacidad aeróbica vista por medio del $VO_{2m\acute{a}x}$

Los trabajos publicados a partir del HFS permiten vislumbrar el papel de la genética en la condición física y la sensibilidad al entrenamiento, al constatarse agregación familiar en la capacidad aeróbica y una variación asociada al parecido genético en gemelos monozigóticos y dizigóticos, quienes fueron evaluados en estado sedentario y tras haber participado en un régimen de entrenamiento (Bouchard *y col.*, 1986 Bouchard *y col.*, 1989; Bouchard *y col.*, 1998; Bouchard *y col.*, 1999). A partir de estos trabajos se pudo plantear que aproximadamente el ~ 50% de la variación en la capacidad aeróbica en condiciones sedentarias como post-entrenamiento (51% y 43% respectivamente) podía ser explicada por factores genéticos (Bouchard *y col.* 2000).

Durante los últimos 40 años, el desarrollo de las tecnologías para la determinación y el análisis genético por medios moleculares ha permitido un avance de grandes proporciones en los estudios de genética humana y sus vínculos con diferentes estados y condiciones. Dichos avances y los de otras ramas como la fisiología y otras técnicas ligadas al estudio de la actividad física, han permitido iniciar la búsqueda de algunos genes candidatos para explicar las diferencias observadas en el rendimiento físico entre poblaciones humanas y al interior de las mismas.

Si bien una gran parte del rendimiento físico se ve afectado por factores extrínsecos tales como el tipo y nivel de entrenamiento, el desarrollo de habilidades motrices, la nutrición, el descanso, el clima, la temperatura y la altitud, o factores de orden psicológico y emocional, hay otra serie de factores intrínsecos con un alto peso e influencia genética que modulan las características físico-anatómicas, también la variación en el tipo, número y características funcionales de las fibras musculares, así como el funcionamiento de muchos sistemas; como el nervioso, cardiovascular, esquelético y tendinoso que están fuertemente implicados en el rendimiento físico. Los factores individuales asociados con algunas características fisiológicas ofrecen una ventana para determinar qué cambios puntuales a nivel genético

asociados a los procesos evolutivos nos ayudan a explicar la variación en algunos de estos rasgos.

Considerando las implicaciones de tipo poblacional³³, se han encontrado algunos genes candidatos que muestran algún grado de asociación con el rendimiento físico y que podrían explicar hasta cierto punto la variación entre personas, y con base en sus frecuencias e interacciones gen/gen también la variación entre poblaciones en la aptitud física y el desempeño físico. Dichas variantes genéticas pueden ser llamadas PEP's (Performance Enhancing Polymorphisms) o plimorfismos que mejoran el desempeño (Ostrander y col.,2009).

Las exploraciones y estudios en este campo han revelado una gran cantidad de PEP's. En este sentido la lista generada por Bray y colaboradores (2009) puede ser muy ilustrativa. En ella se presentan los comentarios para las respectivas publicaciones que han o no encontrado una asociación entre 214 genes autosómicos y 18 genes mitocondriales asociados al desempeño físico hasta ese momento.

Dentro de este gran listado de genes, hay algunos polimorfismos que han cobrado gran relevancia en este campo de estudio que solos o en combinación, muestran alguna relación con el desempeño físico.

Entre los PEP's más relevantes se encuentran: el de la ECA (ACE I/D), ADRB1, ADRB2 y ADRB3, PPARGC1A, NRF1, y ACTN3.

Nosotros tomamos como objeto de evaluación uno de los genes que han cobrado mayor relevancia, este es el polimorfismo conocido como ACTN3 o R577X de la α - actinina-3.

Las variantes de este gen se han asociado con alguno de los extremos entre fuerza y resistencia. En términos generales plantean los dos extremos de especialización más amplios y comúnmente aceptados en el rendimiento físico. Es justo aclarar que la dicotomía global entre fuerza y resistencia pone énfasis en los mecanismos subyacentes para cada uno de estos

³³ Donde la combinatoria e interacciones entre genes junto con las frecuencias genéticas propias de una población pueden determinar la influencia de un polimorfismo en un rasgo determinado (Montgomery 2009).

desempeños, por ejemplo: fibras musculares tipo I (rojas) y tipo II blancas, capacidad aeróbica vs capacidad anaeróbica y en consecuencia los dos tipos de respiración celular.

6.5.1.2. Enzima Convertidora de la Angiotensina (ECA o ACE en inglés)

Uno de los PEP's más importantes y que en parte fue uno de los mayores protagonistas que puso en el panorama mundial los estudios genéticos sobre el desempeño físico es el de la ECA o ACE I/D.

La enzima convertidora de la angiotensina I (ECA) es un factor clave del sistema renina angiotensina aldosterona (SRAA). Dicho sistema tiene implicaciones a nivel global, pues entre otras funciones regula la tensión arterial y el manejo de líquidos en el organismo.

La angiotensina II (Ang II) actúa por medio de dos receptores específicos; AT1 y AT2. El primero AT1 genera vasoconstricción generalizada y también retención de agua y sales como resultado de la liberación de aldosterona. El otro receptor (AT2), produce la degradación de la Bradiquinina (BK), esta última es un potente vasodilatador relacionado con la movilización de calcio y óxido nítrico. En este contexto la ECA es conocida como la quinasa II (Kinase II o BK2) (Jones y Woods, 2003).

Para producir la angiotensina II deben ocurrir una serie de reacciones consecutivas como resultado de la acción de la renina y la ECA. Esto sucede por medio de la degradación del angiotensinógeno hepático gracias a la acción de la enzima renina que se produce en los riñones, esto da como resultado el decapeptido conocido como la angiotensina I (Ang I), posteriormente la Ang I es degradada en su forma activa que es la angiotensina II (un octapéptido) por la acción de la ECA.

También se señala un importante efecto y producción de la Ang II a nivel de algunos tejidos, uno de ellos es el músculo cardíaco, donde la Ang II tiene un efecto remodelador e hipertrófico (Sadoshima y col. 1993). La Ang II también tiene efectos importantes a nivel metabólico, y una importante acción a nivel pancreático, pues se ha asociado su actividad a la sensibilidad y secreción de insulina y por tanto del manejo de la glucosa en ratones (Chu y col. 2006). Otros trabajos han mostrado efectos genéticos importantes a escala nuclear y mitocondrial. En este último orgánulo se reportan efectos de la ECA que influye sobre la respiración (Abadir y col. 2011).

Una de las actividades locales más importantes de la Ang II, relacionada con el desempeño físico, podría estar relacionada con su producción y actividad *in situ* a escala muscular (Jones y Woods, 2003).

Finalmente podemos mencionar que se ha intentado explorar el papel del gen de la ECA como un gen ahorrador de agua y sodio por su relación con la aldosterona asociado con el clima (Li y *col.*, 2011)

Polimorfismos genéticos de la ECA

El gen de la ECA o ACE en inglés (rs. 5186) se encuentra en el cromosoma 17, sus variantes consisten en la presencia (inserción I) o ausencia (delección D) de 287 pares de bases en el intron 16, por ello es posible encontrar tres genotipos con las combinaciones alélica DD, DI y II. En poblaciones caucásicas se observa una distribución que se comporta en situación de equilibrio de acuerdo a la ley Hardy-Weinberg, (25% 50% y 25%) (Jones y Woods, 2003). En este tipo de poblaciones se ha observado que el genotipo DD se asocia con una gran expresividad y altos niveles de la enzima en sangre (Rossi, 1999). Se ha observado que el ~47% de los niveles enzimáticos en sangre se encuentran asociados con el polimorfismo ACE I/D (Rigat, 1990).

A la fecha ha habido varios estudios que ha encontrado una asociación entre los polimorfismos I/D de la ECA con el rendimiento físico. Uno de los más famosos y emblemáticos fue el trabajo de Montgomery y colaboradores (1998) que propone este polimorfismo y su impacto en el rendimiento físico observando diferencias importantes en el rendimiento de una muestra de escaladores. Posteriormente observó el mismo comportamiento en una muestra con condiciones controladas en reclutas de las fuerzas armadas (Montgomery y *col.*, 1999). También se refiere el impacto del genotipo de la ECA I/D sobre la fuerza muscular, y hasta ese momento se observó que el alelo I se asociaba de manera importante con la respuesta al entrenamiento, obteniendo mayores ganancias en la condición física global, pero sobre todo en la “Eficiencia Delta” (que mide la energía consumida en relación a la carga de trabajo) (Williams y *col.*, 2000).

Uno de los elementos más importantes contemplados fue la relación lineal positiva que mostraba la frecuencia del alelo I con el incremento en la distancia para corredores (Woods *y col.*, 2000). Finalmente, otros trabajos plantean una tendencia en los efectos observados para cada polimorfismo, donde el genotipo DD es altamente frecuente en pruebas de fuerza, mientras que el genotipo II es muy frecuente en pruebas de resistencia (Payne y Montgomery 2003).

Dentro de las ventajas físicas que se han asociado a la variación del gen de la ECA, se encuentra una ventaja adaptativa ligada a la altitud con relación a la saturación arterial de oxígeno que como en casos previos el alelo I suele mostrar ventajas para sus portadores (Woods *y col.*, 2002).

En algunos casos los resultados han sido un tanto controversiales a primera vista, por ejemplo, dos trabajos de Rankinen y colaboradores (2000a; 2000b) el alelo I, no muestran una relación positiva en las ganancias en el VO_2 máx, ni pudieron generar una asociación entre el genotipo y el estatus deportivo, incluso en el segundo trabajo se observa que en algún grado el alelo D podría tener alguna relación. En un sentido similar un estudio realizado en población china encontró que el alelo D se había asociado con el incremento en el VO_2 máx (Zhao *y col.*, 2003). En estos casos quizás podrían tener sentido las consideraciones de Woods y colaboradores (2000) donde plantea que algunas de las ventajas podrían estar ligadas a otros mecanismos y no necesariamente al VO_2 máx, situación donde retoman lo planteado por Bouchard y colaboradores (2000) en su escaneo cromosómico donde los genes candidatos se ubicarían en los cromosomas 11 y 14 mas no en el 16 que en este caso es donde se encuentra el gen de la ECA. Vinculado a estas observaciones, el trabajo de Goh y colaboradores (2009) en jugadores de rugby presenta datos que en un comportamiento opuesto al de Zhao *y col.*, (2003), quienes observan mejoras en donde se asocian mayores ganancias en el VO_2 máx ligadas al alelo I.

Consideramos que un buen trabajo que intenta explorar los mecanismos de acción de este polimorfismo sobre el rendimiento físico fue desarrollado por Jones y Woods (2003), donde en general los mecanismos tienden a centrarse en la influencia de la angiotensina dentro de los mecanismos circulatorios a nivel muscular, donde los altos niveles de la Ang II incrementan la acumulación de sangre en los músculos favoreciendo el acceso de ella a las

fibras musculares tipo 1, mientras que los niveles reducidos de la Ang II favorecen la mayor circulación interviniendo en las diversas señales que impactan y regulan el gasto cardiaco y la tensión arterial sistémica ligadas al esfuerzo.

Por nuestra parte no sería tan extraño pensar que la menor actividad por medio de los receptores AT2 podría reducir la degradación de la bradiquinina que de estar relacionada con el paso de glucosa a las fibras musculares propiciaría el aumento de la glucosa en los músculos. En el mismo trabajo se abordan otros efectos ligados al sistema nervioso y a la liberación y circulación de las catecolaminas.

El principal problema con este polimorfismo es que los resultados suelen ser muy confusos, pero sobre todo los mecanismos de acción del mismo.

6.5.1.3. La α -actinina-3 (ACTN3)

El polimorfismo genético que ha cobrado mucha relevancia y es el que se evalúa en este trabajo, es el polomorfismo R577X de la α -actinina-3 o ACTN_3.

Para poner en contexto tenemos que decir que las actininas son una serie de proteínas que juegan un papel importante en el soporte y la estructura de las células corporales (citoesqueleto). En mamíferos y humanos se presentan cuatro variedades de estas proteínas, de las cuales solamente dos se encuentran presentes en las células musculares, donde se unen a la actina en la línea Z de las miofibrillas musculares, también se encuentran ligadas a la distrofina, titina y otras proteínas, encargándose de dar soporte y orden estructural a las actinas en los discos de las líneas Z, tendiendo relevancia en las características de las contracciones de las sarcómeras en las miofibrillas.

Las dos variedades de actininas presentes en los músculos son; La α -actinina-2 (MIM 102573) que se encuentra presente en todas las fibras musculares, y la α -actinina-3 (MIM 102574) que solamente se expresa en las fibras musculares tipo II (glucolíticas de contracción rápida) (Yang *et al.*, 2003). Ambas proteínas tienen historias evolutivas muy antiguas, donde la última variedad en aparecer es la α -actinina-3, tras un proceso de duplicación de la α -actinina-2 (paralogía), teniendo un éxito y trascendencia evolutiva importante, pues en los

mamíferos permitió la adquisición de nuevas características metabólicas y estructurales a nivel muscular (Lek *y col.*, 2009).

Una buena hipótesis para explicar el éxito de esta proteína tendría que ver en gran medida con el efecto protector en las estructuras contráctiles ante el daño muscular ligado al ejercicio junto con las mejoras en las capacidades contráctiles y con una mayor velocidad de contracción (Vincent *y col.*, 2010).

El polimorfismo ACTN3 R577X

Curiosamente a pesar de las ventajas que se pueden adjudicar a la presencia de la α -actinina-3, North y colaboradores (1999) en la búsqueda de alteraciones musculares genéticas detectaron un polimorfismo en el gen que codifica para la α -actinina-3 (ACTN3 R577X), dicha variación en el gen implica una mutación (Citosina por Timina en la base 1, 747 en el exón 16) que resulta en el cambio de una arginina (R) por un codón de paro (X), (Rs1815739) situación que se traduce en el paro temprano en la transcripción de la proteína dando un péptido sencillo que rápidamente es degradado, resultando en la ausencia de la α -actinina-3 en las sarcómeras de los portadores del alelo X, encontrando una ausencia total en el caso de los homocigotos (577XX), aunque curiosamente los investigadores no encontraron alteraciones musculares en ellos.

Al parecer la aparición y selección de la variante nueva sugiere que no es deletérea, pues se ha observado que una gran parte de la población europea (~18%) es homocigoto (577XX), y se encuentran variaciones importantes en otras poblaciones con una alta frecuencia del alelo mutante, que al parecer muestran señales de selección positiva para el alelo X (MacArthur *y col.*, 2007).

Buscando comprender los mecanismos que explicaran las presiones selectivas impuestas sobre el gen de la actn-3 un grupo de investigación se propuso conocer el papel y la frecuencia de la actn-3, en el desempeño muscular, para ellos se estudió una muestra de deportistas australianos, donde encontraron una asociación entre el polimorfismo ACTN3 R577X y el éxito en el tipo de pruebas, donde el polimorfismo R577 fue muy frecuente en las pruebas de

fuerza y velocidad, mientras que el polimorfismo 577X fue muy frecuente en los deportistas de fondo o pruebas que requerían mayor resistencia (Yang *y col.*, 2003).

Considerando las observaciones encontradas MacArthur y colaboradores (2007) exploraron las implicaciones fisiológicas ligadas al alelo X utilizando un modelo en ratones KO 577XX. Los resultados presentados por dicho grupo, muestran cambios importantes en las características físicas y la fisiología muscular. Entre los cambios encontrados, los más interesantes tenían que ver con un incremento en la actividad enzimática que generó una mayor capacidad oxidativa en las fibras musculares tipo 2a, junto con la reducción en el diámetro de dichas fibras, también se observó una reducción en la velocidad de contracción en dichas fibras (Chan *y col.*, 2008). En otras palabras, las fibras musculares rápidas de los portadores del genotipo 577XX generaron características similares a las fibras lentas, por consecuencia los ratones con ausencia de la actn-3 también tuvieron un incremento en la resistencia muscular y en las pruebas realizadas, pudieron correr por más tiempo y alcanzar mayores distancias.

Con base en estas observaciones se pudo plantear que la ausencia de la actn-3, si bien afecta negativamente la fuerza y velocidad de las contracciones musculares, en cambio ofrece ventajas en la capacidad oxidativa y en la resistencia muscular, lo que sería una buena explicación para entender porque el alelo X muestra señales de selección positiva.

Algunas hipótesis para explicar estos resultados consideran que la actn -3 aparte de las funciones estructurales, tendría interacciones con otras proteínas, donde algunas de ellas juegan un papel importante en la regulación de la especialización y diferenciación de las fibras musculares (North, 2008). Entre estas proteínas destacan las calircinas articuladas con las calcineurinas, ya que se ha comprobado que dichas proteínas juegan un papel muy importante en los procesos de diferenciación de las fibras musculares (Serrano *y col.*, 2001; Frey *y col.*, 2008).

Por otra parte, se han observado interacciones entre la α - actinina -3 con algunas enzimas como la fructosa-1 ,6-bisfosfatasa, la glucogeno fosforilasa y glucogeno sintetasa, que en cierta medida podrían ayudar a explicar la mayor capacidad oxidativa en los ratones actn3 KO (Lek *y col.*, 2010).

Una de las características observadas en ratones carentes de *actn-3*, es una reducción en el diámetro de las fibras musculares tipo 2 (MacArthur *y col.*, 2007). En el caso de los humanos también se han observado menores cantidades de masa muscular en mujeres de edad avanzada homocigotas 577XX. Estos resultados no se han observado en hombres en quienes se considera los andrógenos podrían ocultar el efecto de la deficiencia en *actn-3* (Zempo *y col.*, 2010).

Al parecer el efecto del polimorfismo R577X suele ser más apreciable en mujeres, en términos funcionales según Clarkson *y colaboradores* (2005) quienes observaron cambios más importantes en fuerza en términos absolutos y relativos solamente en las mujeres, siendo las homocigotas para 577XX las que respondieron mejor que las homocigotas para el alelo silvestre (577RR), situación que se explica en parte porque las mujeres 577XX tuvieron un nivel de base más bajo.

Otra característica importante que se ha podido observar, es que la deficiencia en la *actn-3*, podría producir una reducción en el volumen de la masa muscular, las observaciones en ratones KO 577XX, mostraron una reducción en el diámetro de las fibras musculares tipo 2 (Chan *y col.*, 2008), mientras que un trabajo realizado en mujeres japonesas también mostró una reducción en diámetro de la pantorrilla (CSA) (Zempo *y col.*, 2010).

La exploración del papel del polimorfismo de la ACTN3 se ha realizado en varios trabajos, en algunos como el de Lucia *y colaboradores* (2006) que se realizó en ciclistas de resistencia *y corredores* no observaron relación entre las frecuencias alélicas *y las características*, aunque nosotros podemos suponer que el medio de contraste (corredores de fondo *vs* ciclistas de fondo) no fue el adecuado en dicho estudio.

En otros trabajos como el de Vincent *y colaboradores* (2008), se observó que los homocigotos RR577 presentaron una mayor área transversa en el muslo, *y tuvieron un torque mayor de la pierna conforme aumentaba la velocidad requerida en una prueba de dinamometría*, mientras que los homocigotos 577XX fueron más lentos, situación que expone el efecto positivo de la *actn-3* en las fibras musculares. Esta situación es concordante con las observaciones hechas en ratones (MacArthur *y col.*, 2007; Chan *y col.*, 2008). Dicho trabajo también reporta mayor número de fibras musculares tipo IIX en los homocigotos 577RR que en los 577XX,

demostrando cierta influencia del polimorfismo ACTN3 R577X en las características contráctiles y la especialización y el tipo de fibras musculares.

Uno de los análisis más importantes que aglutina la información en los estudios sobre el polimorfismo R577X de la actn3 es el trabajo de Alfred y colaboradores (2011), en él se hace una revisión sobre las publicaciones realizadas sobre ACTN3 para evaluar sus efectos en el desempeño físico y las capacidades físicas relacionadas con la vida cotidiana. En dicho trabajo se evalúan los resultados en estudios hechos desde adolescentes hasta ancianos, y se observa que el alelo silvestre (R) muestra una representación elevada en atletas que participan en pruebas de velocidad y poder, pero sin observar alguna asociación entre el alelo X con la resistencia física, tampoco fue posible asociar de manera directa las frecuencias genéticas con las capacidades físicas o pruebas de desempeño concreto.

Hasta el momento el único trabajo que ha encontrado una asociación directa entre el desempeño físico y el polimorfismo R577X de actn-3 es el de Moran y colaboradores (2007), quien observó únicamente en los adolescentes varones una asociación entre el alelo R con mejores desempeños en la prueba de un *sprint* en 40 metros. En dicho trabajo no se encontró asociación entre el polimorfismo de actn-3 con otras pruebas físicas que se aplicó a la misma muestra de adolescentes griegos, y ninguna de las asociaciones se encontró en el sexo femenino.

Un trabajo reciente también ha planteado que las relaciones entre las actininas sobre los canales de calcio en el retículo sarcoplásmico y la adaptación a climas fríos, dichas adaptaciones implican modificaciones que inducen cambios iguales a los del entrenamiento por lo que su papel podría mostrar un efecto positivo para ambos contextos en los portadores del alelo nulo 577X, (Head y col., 2015)

Planteamiento: Hasta este momento, no se cuenta con información sobre las frecuencias del polimorfismo R577 de ACTN_3 en las poblaciones del norte del país, ni de las poblaciones serranas, especialmente de las poblaciones rarámuri, tampoco se cuenta con datos sobre el efecto del polimorfismo de ACTN_3 en el desempeño físico de las poblaciones mexicanas, tanto mestizas como indígenas.

El propósito de este apartado en particular es conocer las frecuencias del polimorfismo de ACTN_3 R577X en las poblaciones mestizas y rarámuri en la sierra tarahumara, así mismo determinar si hay asociación o efecto de dicho polimorfismo con el desempeño físico en estas poblaciones. Por lo tanto, nos propusimos contrastar los efectos del polimorfismo R577X de ACTN_3 sobre el desempeño físico evaluado mediante la batería de pruebas EUROFIT, en una muestra de adolescentes de ambos sexos rarámuri y mestizos en el poblado de Guachochi, en la Sierra Tarahumara en el estado de Chihuahua.

6.5.2. Materiales y técnicas

6.5.2.1. La muestra: Los participantes para la evaluación genética y de aptitud física fueron jóvenes rarámuri y mestizos de ambos sexos (49 hombres mestizos, 15 hombres rarámuri, 36 mujeres mestizas y 9 mujeres rarámuri), que estudiaban en los bachilleratos CEB 7/1 y CBTA 170 del poblado de Guachochi.

6.5.2.2. Reclutamiento: Se extendió la invitación por parte del grupo de trabajo y se les informó sobre los fines del estudio. Todos ellos participaron voluntariamente y entregaron un formato de consentimiento informado firmado por ellos y por sus padres (en caso de ser menores de edad), una vez entregados los formatos se comenzaron a tomar las muestras y se hicieron las evaluaciones antropométricas y de aptitud física. El criterio de inclusión fue que no tuvieran un entrenamiento deportivo sistematizado con al menos cuatro meses previos y que se encontraran en condiciones de salud adecuadas al momento de la evaluación.

6.5.2.3. Toma de muestras: Las muestras de ADN se obtuvieron mediante sangre venosa periférica que fue obtenida por personal calificado en un espacio reservado para ello en las instalaciones de ambos planteles y/o en la clínica del IMSS local. Se tomaron dos tubos, uno de ellos para extraer el ADN y el otro para hacer estudios bioquímicos que les fueron entregados y se le informó a cada participante sobre su condición respecto a cada indicador.

6.5.2.4. Antropometría: Las mediciones antropométricas se realizaron por dos evaluadores con nivel de acreditación ISAK nivel 1. Las medidas se tomaron en un espacio cerrado y confortable, con ropa cómoda, y las medidas correspondieron al perfil restringido de ISAK. Se calculó el porcentaje de grasa usando la fórmula de Slaughter *y col.* (1988), y se calculó el área muscular del brazo (UBA; upper muscle área), el área muscular del brazo sin hueso

(UBMA; upprt boneless muscle área) y el área grasa del brazo (UFA; upprt fat área) con las fórmulas de Gurney y Jelliffe (1973).

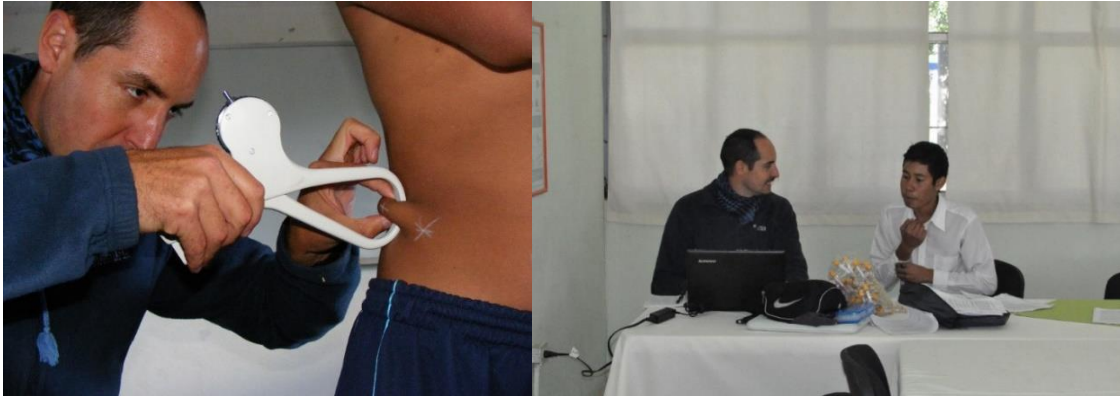


Imagen 11. Toma de datos antropométricos y colecta de muestras de sangre

6.5.2.5. Evaluación de la aptitud física: La aptitud física fue evaluada por medio de la batería de pruebas EUROFIT (Adam y col., 1988) (dinamometría manual, flexibilidad, abdominales, carrera de ida y vuelta, toque de placas suspensión con brazos, y algunas pruebas más como el test de Cooper). Las pruebas se realizaron por un evaluador experimentado durante las clases de educación física y previa a la incorporación a un programa de entrenamiento por las tardes. Los datos de dinamometría manual se estandarizaron con las referencias españolas de Marrodán y col. (2009). Todas las pruebas que corresponden a la prueba EUROFIT fueron ubicadas en las centilas para la edad correspondientes en adolescentes españoles con el programa EUROFIT (SAGOIS, V6 R620, 2012).



Imagen 12. Pruebas de aptitud física, en orden: salto de longitud, carrera ida y vuelta, abdominales en 30 seg, suspensión con brazos flexionados, dinamometría manual y test de Cooper.

6.5.2.6. Genotipificación: La extracción del ADN se realizó en el laboratorio de genética de poblaciones en el INMEGEN mediante un Kit para extracción en sangre por medio de columnas QIAamp 96 DNA (Cat No.51172) marca QUIAGEN. La Calidad del ADN se revisó por medio de un equipo NANODROP 2000C (Thermo) en espectro de 260, 280. El genotipado se realizó por medio de una sonda en una PCR en tiempo real (Applied biosystems) [VIC/FAM] (T/C) cuyo amplicon es:
 CAAGGCAACACTGCCCGAGGCTGAC **[T/C]** GAGAGCGAGGTGCCATCATGGGCA
 T, en un equipo *LightCycler 480 Instrument II* Roche en condiciones estándar con una mezcla Master Mix del mismo fabricante.

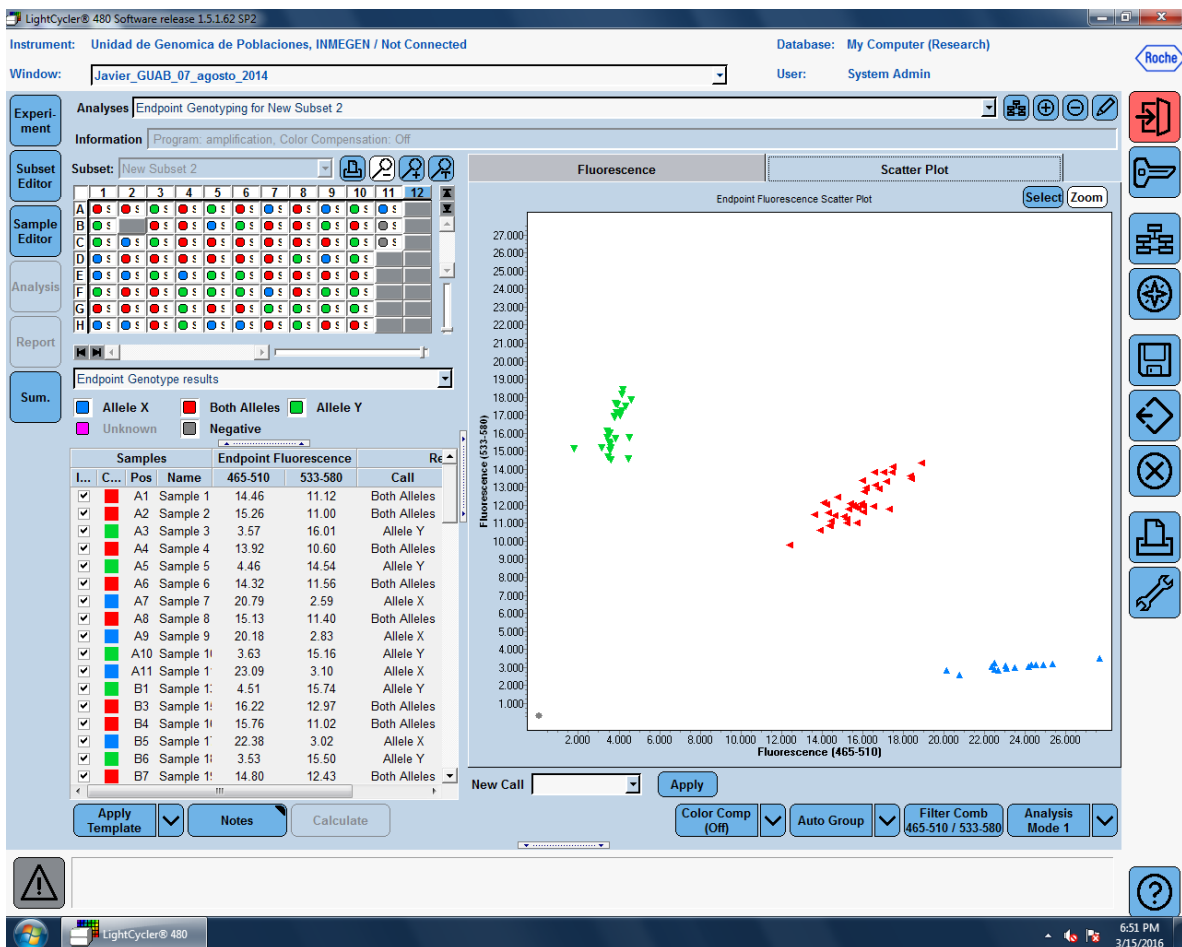


Imagen 13. Discriminación alélica para los polimorfismos R577X de ACTN₃

6.5.2.7. Manejo estadístico: Los datos se manejaron por medio del paquete estadístico SPSS 19 IBM, Se aplicó la prueba t-student para diferencia de medias, la prueba ANOVA, y modelos de regresión univariante para establecer asociación por grupos y se realizaron correlaciones para establecer asociaciones entre variables antropométricas y de aptitud física.

6.5.3. Resultados

6.5.3.1. Características físicas de la muestra

Las características físicas de los participantes de esta muestra se presentan en el cuadro 24, donde al igual que en los apartados anteriores se puede ver que no hubo diferencias en indicadores como la tensión arterial y la frecuencia cardiaca entre poblaciones. Las edades fueron similares en promedio sin diferencias significativas entre grupos. En las variables antropométricas no se observaron diferencias entre los hombres, y en el caso de las mujeres solo se observaron diferencias significativas en la estatura total y la talla sentado que fueron más bajas en las mujeres rarámuri, además el índice cintura/cadera fue más alto en las rarámuri en promedio, lo que se puede asociar con cierto grado de sobrepeso que se observa en los valores del IMC, que fue más alto en las mujeres rarámuri, pero sin llegar a tener diferencias significativas.

Cuadro 24. Características físicas y fisiológicas por etnicidad y sexo

<i>Variables</i>	<i>Varones mestizos</i>		<i>Varones rarámuri</i>		<i>Mujeres mestizas</i>		<i>Mujeres rarámuri</i>	
	<i>n=</i>	<i>Media± DE</i>	<i>n=</i>	<i>Media± DE</i>	<i>n=</i>	<i>Media ± DE</i>	<i>n=</i>	<i>Media ± DE</i>
Edad (años)	64	16.77±1.25	20	16.65±1.17	45	16.40±0.87	11	16.77±0.71
TAS (mm/Hg)	56	118.78±10.9	16	121.43±11.7	35	108.51±9.5	11	113.72±8.9
TAD (mm/Hg)	56	73.91±10.9	16	72.31±8.7	35	73.0±6.33	11	77.27±8.38
FC (lat/min)	56	66.19±10.66	16	61.56±9.81	35	70.68±9.74	11	73.18±7.99
Peso (kg)	52	62.29±10.62	16	60.93±9.80	37	56.66±8.44	9	55.6±6.95
Estatura (cm)	49	169.4±6.96	15	167.9±5.8	37	160.5±4.6**	9	154.9±5.9**
IMC (kg/m ²)	49	21.55±3.03	15	21.66±3.45	37	21.93±2.86	9	23.18±2.74
Talla sentado (cm)	48	89.05±3.51	15	89.33±2.56	37	85.38±2.12*	9	83.51±2.79*
Índice córmico	48	52.6±1.31	15	53.2±1.0	37	53.2±0.99	9	53.9±0.93
Per. Brazo rel. (cm)	49	26.86±3.09	15	26.47±2.25	36	25.99±2.71	9	26.34±1.97
Per. Brazo flex. (cm)	49	29.4±3.06	15	28.46±1.81	36	26.50±2.48	9	27.17±1.89
Per. Cintura (cm)	49	74.43±7.15	15	75.70±8.85	36	71.72±6.11	9	74.72±6.91
Per. Cadera (cm)	49	90.02±6.62	15	89.50±6.46	36	93.93±5.96	9	92.12±4.54
Per. Pantorrilla (cm).	49	33.85±2.41	15	34.15±2.45	36	33.12±2.86	9	33.21±2.51
Índice cintura/cadera	49	82.6±3.57	15	84.5±4.78	36	76.3±3.7**	9	80.89±4.8**
Panic. Tríceps (mm)	49	9.82±3.94	15	10.92±5.18	36	18.59±4.46	9	17.35±3.29
Panic. Bíceps (mm)	49	5.01±2.39	15	5.14±2.72	36	9.85±2.64	9	9.13±2.62
Panic. Subescap. (mm)	49	9.71±3.55	15	11.64±6.57	36	14.7±5.1	9	15.07±3.40
Panic. Cresta iliaca (mm)	49	12.53±6.49	15	14.29±8.74	36	20.83±5.22	9	21.89±6.35
Panic. Iliosspinal (mm)	49	8.57±4.08	15	9.51±6.83	36	16.97±5.23	9	17.44±5.49
Panic. Abdominal (mm)	49	14.10±6.82	15	14.52±6.99	36	22.68±5.15	9	24.27±4.90
Panic. Muslo front. (mm)	49	10.64±3.82	15	10.89±5.89	34	22.58±5.86	9	21.17±4.48
Panic. Pantorrilla (mm)	49	8.69±4.08	15	8.29±4.96	36	17.52±5.13	9	15.44±4.24
Anchura codo (cm)	49	6.76±0.35	15	6.63±0.28	36	5.85±0.26	9	5.92±0.19
Anchura rodilla (cm)	49	9.55±0.44	15	9.6±0.45	36	8.89±0.57	9	8.97±0.29
UMA (cm ²)	49	45.52±10.79	15	42.34±4.14	36	32.53±5.88	9	34.88±4.93
UBMA (cm ²)	49	35.52±10.79	15	32.38±4.14	36	26.04±5.88	9	28.38±4.93
UFA (cm ²)	49	12.64±5.74	15	13.81±7.50	36	21.77±6.71	9	20.62±4.77
Porcentaje de grasa	49	14.6±5.7	15	15.1±7.29	36	27.1±5.28	9	25.9±4.41

UMA= upper muscle area; IBMA= upper boneless muscle area; UFA=upper fat area; * $\alpha < 0.05$ y ** $\alpha < 0.01$

6.5.3.2. Resultados de las pruebas de aptitud física

Los resultados obtenidos para las pruebas de aptitud física por sexo y etnicidad se muestran en el cuadro 25. En él se puede observar un comportamiento distinto por sexo y etnicidad, pues en el caso de las mujeres en general las mujeres rarámuri tuvieron mejores desempeños, excepto en la prueba de velocidad en miembros superiores (tape plating). Ninguna de las diferencias fue estadísticamente significativa en el caso de las mujeres.

En el caso de los hombres en la mayoría de las pruebas los mestizos tuvieron mejores desempeños, excepto en la prueba de flexibilidad (sit & reach) que se puede explicar en parte por la diferencia que hay en la relación tronco extremidades, donde las extremidades inferiores de los rarámuri son más cortas, así mismo proporcionalmente y en términos absolutos el tronco es más largo en los rarámuri. En la prueba de capacidad aeróbica (Cooper test) los rarámuri también mostraron mejores desempeños, pero sin tener significancia estadística.

Las diferencias en el desempeño entre poblaciones fueron significativas para la prueba de dinamometría manual tanto para los datos brutos como para los datos estandarizados y por centilas. Y en el caso del salto de longitud, solo fueron significativas las diferencias para los valores centilares.

De manera paralela se realizó una ANOVA para evaluar si había alguna asociación entre el desempeño y la etnicidad. Y solamente se observó una asociación del desempeño en la prueba de dinamometría con la etnicidad ($F= 4.77$, $\alpha < 0.05$) en el caso de los hombres.

Cuadro 25. Pruebas físicas de la muestra

<i>Pruebas físicas</i>	<i>Varones mestizos</i>		<i>Varones rarámuri</i>		<i>Mujeres mestizas</i>		<i>Mujeres rarámuri</i>	
	<i>n=</i>	<i>Media± DE</i>	<i>n=</i>	<i>Media± DE</i>	<i>n=</i>	<i>Media ± DE</i>	<i>n=</i>	<i>Media ± DE</i>
Hand grip (kg)	63	42.2±7.5*	20	38.2±5.4*	44	25.8±4.4	10	28.6±4.9
Centilas Hand grip	63	48.0±26.5*	20	31.7±16.1*	44	31.1±24.4	10	48.0±28.6
SDS hand grip	63	0.38±.95*	20	-0.10±0.64*	44	0.17±0.95	10	0.74±1.05
Long jump (cm)	62	190.3±21.5	19	181.2±16.6	44	124.5±24.5	10	130.2±10.9
Centilas Long jump	62	26.9±22.4*	19	16.8±12.8*	44	7.6±6.4	10	8.0±4.8
Sit & reach (cm)	61	20.2±6.6	19	20.6±5.6	44	19.3±6.0	11	20.6±8.22
Centilas Sit & Reach	61	39.9±24.2	19	40.0±26.7	44	15.1±15.6	11	22.3±22.4
Shuttle run (dec-seg)	58	176.4±11.9	18	178.8±11.4	44	214.3±20.4	5	198.8±8.2
Centilas Shuttle run	58	49.8±22.6	18	46.1±25.0	40	22.6±19.5	5	36.0±17.1
Situps (reps)	61	21.8±7.0	19	19.4±5.7	42	14.4±4.8	9	14.6±2.7
Centilas Situps	60	27.1±27.3	19	19.2±19.6	42	11.9±15.0	9	7.8±3.6
Plate taping (dec-seg)	53	106.6±14.0	19	111.6±11.2	42	119.6±15.1	9	130.9±21.9
Centilas plate taping	53	54.5±28.1	19	41.8±24.8	42	42.3±25.8	9	27.2±24.8
Bent arm hang (dec-seg)	59	261.3±189.0	20	244.0±131.1	41	31.6±46.7	8	65.5±125.7
Centilas Bent arm hang	55	43.7±32.2	19	40.26±27.9	39	19.6±19.9	8	24.4±34.3
Cooper test (mts/min)	48	189.7±37.6	16	190.0±23.9	36	135.2±27.1	11	140.2±21.7

* $\alpha < 0.05$

6.5.3.3. Asociaciones entre las características físicas y el desempeño físico

Para evaluar el efecto de las características físicas sobre el desempeño se realizaron algunas correlaciones con el fin de determinar el grado de asociación entre ambas características de acuerdo al sexo.

Hombres

En el caso de los hombres la edad se asoció de manera positiva a un nivel bajo pero significativo con la prueba de dinamometría ($0.23 \alpha < 0.05$), de manera paralela la edad se asoció negativamente y aun nivel de bajo a moderado con los tiempos de la prueba de agilidad en miembros superiores (toque de placas) ($-0.34 \alpha < 0.01$), lo que implica que en ambos casos las destrezas se vieron influidas y mejoraron con la edad.

Hand grip (prensión manual): Para las pruebas físicas se observaron asociaciones importantes con la prueba de dinamometría o fuerza de la mano, siendo positivas y

moderadas con la masa corporal ($0.57 \alpha < 0.001$), la estatura total ($0.53 \alpha < 0.001$), la talla sentado ($0.59 \alpha < 0.001$), y fue de baja a moderada con el IMC ($0.39 \alpha < 0.01$) y las asociaciones fueron de moderadas a altas con el área muscular del brazo ($0.62 \alpha < 0.001$) y con el peso magro ($0.70 \alpha < 0.001$). En general los perímetros mostraron asociaciones positivas y moderadas como lo fue en el caso del perímetro del brazo relajado ($0.54 \alpha < 0.001$) y del brazo flexionado ($0.56 \alpha < 0.001$), los perímetros de la cintura ($0.37 \alpha < 0.01$), cadera ($0.44 \alpha < 0.001$), y el de la pantorrilla ($0.39 \alpha < 0.01$) sin que el índice cintura cadera mostrara asociaciones. Ningún panículo mostró asociaciones, y se observaron asociaciones que fueron moderadas para la anchura del codo ($0.49 \alpha < 0.001$) y la de la rodilla ($0.34 \alpha < 0.01$)

Long jump (salto de longitud): En el caso del salto de longitud se observaron asociaciones positivas que fueron de bajas a moderadas con la estatura total ($0.31 \alpha < 0.05$) y con la talla sentado ($0.33 \alpha < 0.01$) y se observó una asociación negativa que fue baja con el IMC ($-0.27 \alpha < 0.05$) y negativas pero moderadas con el perímetro de la cintura ($-0.31 \alpha < 0.05$) y el índice cintura cadera ($-0.43, \alpha < 0.001$). Para esta prueba casi todos los panículos mostraron una asociación negativa que fue de baja a moderada como es el caso del panículo subescapular ($-0.31 \alpha < 0.05$), el del tríceps ($-0.25 \alpha < 0.05$), el de la cresta iliaca ($-0.26 \alpha < 0.05$), el ilioespinal ($-0.26 \alpha < 0.05$) el abdominal ($-0.32 \alpha < 0.05$) y el del muslo frontal ($-0.28 \alpha < 0.05$).

Sit and reach (alcance sentado): En la prueba de flexibilidad no se observaron asociaciones importantes ni significativas a nivel estadístico.

Shuttle run 5x10 (carrera de velocidad ida y vuelta 5 x 10 m): En la prueba de velocidad se observó una asociación positiva de baja a moderada entre los tiempos de la prueba y el índice cintura cadera ($0.29 \alpha < 0.05$), al igual que el panículo de la cresta iliaca ($0.29 \alpha < 0.05$) y el abdominal ($0.29 \alpha < 0.05$), lo que implica que la adiposidad centralizada tuvo efectos negativos en el desempeño de esta prueba.

Situps (abdominales): En las abdominales en 30 segundos se observaron asociaciones positivas de bajas a moderadas con la estatura total ($0.28 \alpha < 0.05$), la talla sentado (0.28α

< 0.05), con el área muscular del brazo (0.31 α < 0.05) y de manera similar con el perímetro del brazo flexionado y en tensión (0.30 α < 0.05), mientras que se observó una asociación baja y negativa entre el índice cintura/cadera (-0.25 α < 0.05).

Tape plating (toque de placas): Los tiempos de la prueba de toque de placas mostraron una correlación negativa con la masa corporal (-0.33 α < 0.05), la talla sentado (-0.28 α < 0.05), el área muscular del brazo (-0.41 α < 0.01), el perímetro del brazo relajado (-0.38 α < 0.01), flexionado y en tensión (-0.42 α < 0.01) el perímetro de la cadera (-0.26 α < 0.05) y el de la pantorrilla (-0.29 α < 0.05).

Bent arm hang (suspensión con los brazos flexionados): La prueba de suspensión con brazos flexionados mostró correlaciones moderadas y negativas con la masa corporal (-0.41 α < 0.01), el IMC (-0.44 α < 0.01), el área grasa del brazo (-0.54 α < 0.001) y con el porcentaje de grasa (-0.58 α < 0.001). También hubo asociaciones moderadas y negativas con el perímetro del brazo relajado (-0.31 α < 0.05), con el perímetro de la cintura (-0.55 α < 0.001), el de la cadera (-0.45 α < 0.001), el de la pantorrilla (-0.46 α < 0.001) y el índice cintura/cadera (-0.45 α < 0.001). También se observaron asociaciones de moderadas a altas que fueron negativas entre los tiempos de la prueba y todos los panículos adiposos, como fue el caso del panículo subescapular (-0.54 α < 0.001), el del tríceps (-0.54 α < 0.001), el del bíceps (-0.53 α < 0.001) el de la cresta iliaca (-0.53 α < 0.001), el ilioespinal (-0.52 α < 0.001) el abdominal (-0.60 α < 0.001), el del muslo frontal (-0.57 α < 0.05) y el de la pantorrilla medial (-0.58 α < 0.001). Finalmente, la anchura de la rodilla mostró una correlación negativa que fue de baja a moderada (-0.33 α < 0.05).

Test de Cooper: En la prueba de resistencia cardiorrespiratoria mostró asociaciones de bajas a moderadas y negativas con la masa corporal (-0.29 α < 0.05), con el porcentaje de grasa (-0.32 α < 0.05), también con los perímetros de la cintura (-0.38 α < 0.01) y el de la cadera (-0.34 α < 0.05). También algunos panículos mostraron algunas asociaciones de bajas a moderadas que fueron negativas como es el caso del panículo del tríceps (-0.28 α < 0.05), el del bíceps (-0.34 α < 0.05), el de la cresta iliaca (-0.34 α < 0.05), el ilioespinal (-0.37 α < 0.01), el abdominal (-0.42 α < 0.01) y el de la pantorrilla medial (-0.35 α < 0.05).

Mujeres

En el caso de las mujeres la única asociación con la edad se observó con el salto de longitud, donde la edad correlacionó negativamente con la distancia saltada ($-0.27 \alpha < 0.05$).

Hand grip (presión manual): También se observó que la fuerza en la mano o dinamometría tuvo asociaciones de bajas a moderadas con la masa corporal ($0.36 \alpha < 0.05$), con el IMC ($0.31 \alpha < 0.05$), el área muscular del brazo ($0.32 \alpha < 0.05$) y con el área grasa del brazo ($0.31 \alpha < 0.05$). También se observaron asociaciones moderadas entre el perímetro del brazo relajado ($0.37 \alpha < 0.05$), el del brazo flexionado y en tensión ($0.44 \alpha < 0.01$), el perímetro de la cintura ($0.34 \alpha < 0.05$) y la anchura del codo ($0.35 \alpha < 0.05$)

Long jump (salto de longitud): En la prueba de salto no se observaron asociaciones significativas con las variables antropométricas.

Sit and reach (alcance sentado): En la prueba de flexibilidad tampoco hubo asociaciones significativas.

Shuttle run 5x10 (carrera de velocidad ida y vuelta 5 x 10m): En el caso de las mujeres no se encontró asociación entre desempeño y las variables antropométricas para la prueba de velocidad.

Situps (abdominales): En la prueba de fuerza en el abdomen (abdominales) se observó una asociación negativa entre el número de repeticiones y la adiposidad del abdomen y cintura reflejada en los pániculos del a cresta iliaca ($-0.31 \alpha < 0.05$), el ilioespinal ($-0.36 \alpha < 0.05$) y el abdominal ($-0.32 \alpha < 0.05$)

Tape plating (toque de placas): En la prueba de agilidad en miembros superiores (toque de placas) se observó una asociación que fue de baja a moderada y negativa entre los tiempos con la estatura total ($-0.39 \alpha < 0.05$) y una asociación positiva con el índice cintura/cadera ($0.32 \alpha < 0.05$).

Bent arm hang (suspensión con los brazos flexionados): En la prueba de suspensión con brazos se observaron asociaciones negativas que fueron moderadas con la estatura total ($-0.36 \alpha < 0.05$) y con la talla sentado ($-0.44 \alpha < 0.01$).

Test de Cooper: Finalmente en la prueba de resistencia cardiorrespiratoria se observaron correlaciones negativas de bajas a moderadas con la masa corporal ($-0.39 \alpha < 0.05$), el IMC ($0.41 \alpha < 0.01$), el área muscular del brazo ($-0.33 \alpha < 0.05$) y moderadas con el área grasa del brazo ($-0.45 \alpha < 0.01$), con el porcentaje de grasa corporal ($-0.46 \alpha < 0.01$) y los perímetros del brazo relajado ($-0.42 \alpha < 0.01$), del brazo flexionado ($-0.47 \alpha < 0.01$), el perímetro de la pantorrilla ($-0.46 \alpha < 0.01$) y el de la cadera ($-0.41 \alpha < 0.05$). En lo que respecta a los panículos; todos presentaron asociaciones moderadas y negativas como lo refleja la asociación entre la velocidad y el panículo subescapular ($-0.50 \alpha < 0.01$), el del tríceps ($-0.40 \alpha < 0.05$), el del bíceps ($-0.54 \alpha < 0.001$) el de la cresta iliaca ($-0.47\alpha < 0.01$), el ilioespinal ($-0.53 \alpha < 0.01$) el abdominal ($-0.42 \alpha < 0.01$), el del muslo frontal ($-0.48 \alpha < 0.01$) y el de la pantorrilla medial ($-0.44 \alpha < 0.01$). Las anchuras óseas también mostraron una asociación negativa en el caso de las mujeres que fueron moderadas para el codo ($-0.45 \alpha < 0.01$) y para la rodilla ($-0.48 \alpha < 0.01$).

Los resultados de estas pruebas muestran un comportamiento que cae dentro de lo esperado. Pues en el caso de la dinamometría manual o fuerza de la mano se observan resultados similares a los de Marrodán y colaboradores (2009), donde se observan asociaciones con el peso, la estatura, el IMC, los perímetros del brazo relajado, el de la cintura y la cadera, pero las asociaciones más importantes son con los indicadores de muscularidad como lo son el perímetro del brazo flexionado, el AMB, y el peso magro. Aunque en nuestro caso pudimos observar que los indicadores de la estructura ósea de las extremidades como lo son las anchuras de codo y rodilla mostraron asociaciones que también fueron significativas para esta prueba en especial para los hombres, aunque en el caso de las mujeres la anchura de la rodilla no mostró una asociación significativa.

En pruebas que requirieron desplazar o sostener el cuerpo como la del salto en el caso de los hombres, la de sostenerse con los brazos flexionados y la prueba de carrera de velocidad (en hombres) y la de resistencia, se observó que la masa en general, pero especialmente los indicadores de adiposidad mostraron asociaciones negativas con el desempeño, cuando en algunos casos la estatura jugó un papel favorable como lo fue en el salto en hombres, mientras que en la prueba de sostenerse con los brazo jugó el papel opuesto en las mujeres. En la prueba de fuerza en el abdomen se observó una asociación con los indicadores de masa magra

y de estatura que mostraron un papel favorable especialmente en los hombres, mientras que los indicadores de adiposidad centralizada jugaron un papel negativo en el desempeño de esta prueba para ambos sexos.

En la prueba de agilidad en los miembros superiores indicadores como la estatura mostraron un papel positivo en el desempeño, así mismo los indicadores de masa magra en el caso de los hombres jugaron un papel similar, y en el caso de las mujeres el índice cintura/cadera jugó un papel negativo cuando este aumentó. Estos resultados son muy similares a los que han observado previamente algunos trabajos como el de Deforche y colaboradores (2003).

6.5.3.4. Frecuencias genéticas

Las frecuencias para los polimorfismos del gen ACTN3 R577X se muestran en la figura 37, en ella se observa que en ambas poblaciones hubo una presencia importante del alelo nulo o codón de paro (X), especialmente en los rarámuri, lo que se constata con el mayor número de homocigotos XX (carentes de α -actinina 3), que en el caso de los mestizos también fueron muy abundantes, aunque en esta última población el genotipo RX que son los heterocigotos presento una gran frecuencia que sería algo que se esperaría en un patrón más equilibrado.

En el caso del alelo R se pudo notar que estuvo muy representado por los heterocigotos en ambas poblaciones, aunque estuvo casi ausente en los rarámuri en la forma de homocigoto (RR), quienes tuvieron un menor número de heterocigotos y muy pocos casos de homocigotos RR, siendo estos más frecuentes entre los mestizos.

Para evaluar el comportamiento de los alelos y los genotipos y ver si hay un comportamiento por población se realizó una prueba ANOVA entre población y genotipo, el resultado muestra una asociación significativa entre la etnicidad y el genotipo ($F= 5.094$, $\alpha < 0.05$) que refuerza la apreciación de que el alelo X fue mucho más frecuente entre los rarámuri, lo que es consistente con los datos que se refieren en HAPmap para poblaciones indígenas americanas.

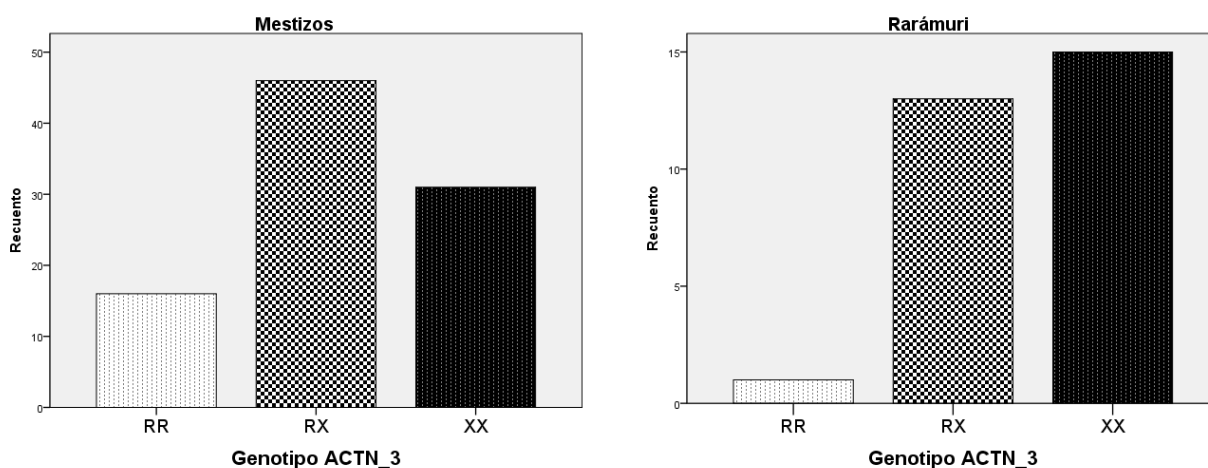
Al aplicar la prueba de la Chi cuadrada se observa que ambas poblaciones se encontraron en equilibrio de Hardy-Weinberg como se muestra en el cuadro 26 en donde no se observó

ningún valor de p igual o menor a $\alpha < 0.05$, por lo que se acepta que las poblaciones guardan dicho equilibrio.

Cuadro 26. Frecuencias Genéticas por población y prueba de la Chi cuadrada para verificar equilibrio de Hardy-Weinberg

<i>Genotipo</i>	<i>Mestizos</i>	<i>Rarámuri</i>	<i>Total</i>
RR	16	1	17
RX	46	13	59
XX	31	15	46
X^2	0.02283	0.8281	0.0770
$p=$	0.879	0.362	0.781

Figura 37. Frecuencias por población para los polimorfismos R577X del gen ACTN_3.



6.5.3.5. Relación entre el genotipo de ACTN_3 y el desempeño físico

Se realizó el análisis de la varianza para cada genotipo y el desempeño físico tanto para los valores brutos, como para los valores de la centilas en que se ubicaron.

Hombres

Los resultados para hombres se presentan en el cuadro 27, en él se observa que algunas pruebas como la dinamometría manual, la flexibilidad, la fuerza abdominal y la resistencia o capacidad cardiorrespiratoria muestran un patrón de acuerdo al genotipo, mostrando mejores desempeños para el genotipo XX en las pruebas de flexibilidad y capacidad

cardiorrespiratoria, mientras que en las pruebas de dinamometría manual y abdominales el genotipo RR mostró mejores resultados, y se observó un comportamiento intermedio de los heterocigotos en las pruebas mencionadas. La asociación entre el comportamiento del rendimiento y el genotipo solo fueron significativas para la dinamometría manual tanto en valores brutos, como centilares y de puntaje de la desviación estándar (SDS). De manera similar la prueba de abdominales mostró peso estadístico, pero solo en los valores centilares.

Cuadro 27. Medias por genotipo y asociaciones con el desempeño físico en hombres

<i>Prueba</i>	<i>Polimorfismo RR</i>	<i>Polimorfismo RX</i>	<i>Polimorfismo XX</i>	<i>Valor de F</i>
	<i>Media ± D.E.</i>	<i>Media ± D.E.</i>	<i>Media ± D.E.</i>	
Dinamometría man. (kg)	45.5±8.1	41.2±7.8	39.3±5.9	F=3.219*
Valor centilar	58.3±26.2	45.9±27.1	35.6±21.4	F=3.912*
SDS	0.81±1.03	0.26±0.99	0.03±0.77	F=3.173*
Salto de longitud (cm)	184.6±22.8	188.3±19.1	186.5±21.8	F=0.157
Valor centilar	23.5±18.7	24.1±19.8	22.6±21.7	F=0.042
Flexibilidad (cm)	18.5±5.5	20.5±6.2	21.2±6.9	F= 0.863
Centilas	30.4±19.4	40.5±24.4	44.7±26.1	F=1.572
Velocidad y agilidad (seg)	18.1±1.3	17.5±1.3	17.7±1.0	F= 1.282
Valor centilar	41.1±22.6	52.6±24.7	48.0±22.3	F=1.114
Fuerza abdominal (reps)	23.7±5.5	22.2±7.2	19.9±5.1	F= 2.021
Valor centilar	40.0±30.8	24.3±25.6	17.4±17.7	F=3.973*
Agilidad en brazos (seg)	10.6±1.2	10.9±1.5	10.7±1.2	F= 0.321
Valor centilar	55.4±25.0	50.5±28.6	49.0±28.6	F=0.213
Fuerza en brazos (seg)	31.7±17.5	26.5±17.8	27.3±16.3	F= 0.356
Valor centilar	51.0±33.0	40.2±30.6	44.0±31.4	F=0.460
Resistencia y capacidad aeróbica (mts/min)	184.2±22.7	185.1±34.6	194.7±36.9	F=0.602

sig.* p= $\alpha < 0.05$, **p= $\alpha < 0.01$)

Mujeres

En el caso de las mujeres el comportamiento no fue muy claro y no se observó un patrón definido en general salvo en la prueba de salto de longitud que mostró una asociación estadística con el genotipo en los valores brutos con un mejor desempeño para el genotipo XX, aunque los valores centilares mostraron nuevamente una ruptura en el patrón como las demás variables

Cuadro 28. Medias por genotipo y asociaciones en el desempeño físico en mujeres

Prueba	Polimorfismo RR Media ± D.E.	Polimorfismo RX Media ± D.E.	Polimorfismo XX Media ± D.E.	Valor de F
Dinamometría man. (kg)	24.2±2.2	26.2±5.4	26.1±3.7	F=0.306
Valor centilar	16.2±13.1	36.2±27.7	31.1±24.4	F=1.067
SDS	-0.13±0.60	0.24±1.18	0.18±0.71	F=0.233
Salto de longitud (cm)	96.2±60.58	126.5±14.4	135.9±14.5	F=5.151*
Valor centilar	7.5±5.0	6.88±5.3	11.4±8.6	F=2.166
Flexibilidad (cm)	23.9±2.7	19.1±6.7	22.6±4.7	F= 2.268
Valor centilar	21.2±10.3	16.6±20.5	20.7±17.1	F=0.265
Velocidad y agilidad (seg)	22.5±3.2	21.1±1.9	20.6±1.7	F= 1.363
Valor centilar	20.0±17.8	24.7±19.4	31.2±23.5	F=0.579
Fuerza abdominal	17.5±3.9	15.1±4.4	14.9±3.8	F= 0.641
Valor centilar	22.5±22.5	12.0±15.1	14.9±3.8	F=0.905
Agilidad en brazos (seg)	12.1±1.5	12.3±1.5	11.7±2.0	F= 0.435
Valor centilar	37.5±32.0	36.7±23.7	46.1±28.4	F=0.559
Fuerza en brazos (seg)	2.9±2.7	5.9±9.3	2.2±3.4	F= 0.970
Valor centilar	20.0±17.8	27.5±27.6	14.1±16.6	F=01.144
Resistencia y capacidad aeróbica (mts/min)	160.9±9.0	130.5±26.3	137.0±26.1	F=1.906

sig.* p= $\alpha < 0.05$, **p= $\alpha < 0.01$)

Estos resultados permiten observar un comportamiento más estable en el caso de los varones en varias pruebas, donde la flexibilidad y la resistencia tienden a tener mejores rendimientos en los portadores del alelo X, mientras que las pruebas de fuerza como la mano que es el caso de la dinamometría manual y la prueba de fuerza en el abdomen que fueron las abdominales en 30 segundos mostraron un mejor desempeño en los portadores del alelo R, en este caso el nivel de asociación tiene peso estadístico y el seguimiento confirma el comportamiento en la prueba de dinamometría manual.

En las mujeres las relaciones entre el polimorfismo R577X se ACTN_3 fue un comportamiento menos definido y sin una tendencia clara, y solo la prueba del salto de longitud mostró una asociación significativa, con un patrón más favorable en las portadoras del alelo X, pero este patrón no fue correspondido con los valores de las centilas para la edad, donde éstas últimas no mostraron una tendencia muy clara, mientras que en los varones si fue posible observar una correspondencia o tendencia entre los valores brutos, los valores centilares y la asociación con los polimorfismos genéticos.

6.5.3.6. Características físicas y su relación con el genotipo de ACTN_3

Se realizó un análisis para evaluar las posibles asociaciones que se podrían encontrar entre algunas variables antropométricas y de composición corporal con el genotipo del polimorfismo R577X de ACTN_3, pues en trabajos como el de Zempo y colaboradores (2010) se han observados asociaciones en variables como el área transversa de la pantorrilla. En nuestro caso se realizó la prueba ANOVA para buscar alguna asociación entre el genotipo y las características físicas.

Las pruebas se realizaron con todas las variables antropométricas, pero solo en las variables ligadas a la composición corporal se observaron algunas tendencias.

Los resultados se muestran en los cuadros 30 y 31.

Varones

En el caso de los hombres cuyos resultados se muestran en el cuadro 29 no se observan tendencias en variables como la estatura o aquellas ligadas a la adiposidad, aunque en otras como el IMC y en las variables ligadas al tejido magro, como lo es el peso magro, el área muscular del brazo (AMB) y el perímetro del brazo flexionado se observa una tendencia donde los valores en general suelen ser más altos en los homocigotos RR, seguidos por los heterocigotos (RX) y con valores más bajos en los homocigotos XX, aunque en ninguna variable es posible observar una F lo suficientemente alta para llegar a ser significativa.

Como un índice de la relación entre la contractibilidad muscular se generó una variable que fue la diferencia entre los valores del brazo relajado y el brazo contraído y en flexión asumiendo que fundamentalmente la diferencias se deben a las características contráctiles del musculo con menores cambios en los que comprende el tejido óseo y adiposo, o la piel.

Cuadro 29. Medias por genotipo y asociaciones con variables antropométricas en hombres

Variable	Polimorfismo RR Media ± D.E. (n= 12)	Polimorfismo RX Media ± D.E. (n= 24)	Polimorfismo XX Media ± D.E. (n= 26)	Valor de F
Peso (kg)	64.4±15.3	62.2±8.5	60.7±10.1	F=0.490
Estatura (cm)	169.9±6.6	170.1±7.0	167.5±6.7	F=1.026
IMC (kg/m ²)	22.2±4.3	21.4±2.5	21.6±3.1	F=0.263
Área Muscular AMB (cm ²)	47.8±12.5	45.9±10.5	42.4±7.1	F=1.544
Área Grasa AGB (cm ²)	13.5±6.8	11.8±5.2	13.9±6.8	F=0.783
Peso Magro (kg)	54.2±10.5	53.1±6.9	50.7±5.6	F=1.173
Grasa corporal (%)	15.0±5.9	13.9±5.8	15.6±6.5	F=0.510
Per Brazo relajado (cm)	27.5±3.6	26.8±2.9	26.5±2.7	F=0.544
Per Brazo Flexionado (cm)	29.8±3.2	29.4±3.0	28.7±2.5	F= 0.761
Per. Pantorrilla medial	34.0±2.7	33.8±2.1	34.1±2.6	F=0.053
Dif. Brazo Flex-Brazo Rel (cm)	2.3±0.7	2.7±0.8	2.2±0.8	F=2.382

sig.* p= $\alpha < 0.05$, **p= $\alpha < 0.01$)

Mujeres

En el caso de las mujeres cuyos resultados se muestran en el cuadro 30 se observa que ninguna variable mostró alguna tendencia, salvo en el tejido adiposo que mostró valores más altos en los homocigotos XX, pero al igual que en los hombres ninguna asociación fue significativa.

Cuadro 30. Medias por genotipo y asociaciones con variables antropométricas en mujeres

Variable	Polimorfismo RR Media ± D.E. (n=4)	Polimorfismo RX Media ± D.E. (n=22)	Polimorfismo XX Media ± D.E. (n=13)	Valor de F
Peso (kg)	52.6±3.8	57.4±9.6	57.4±6.3	F=0.599
Estatura (cm)	159.9±2.4	159.4±6.0	157.5±4.9	F=0.551
IMC (kg/m ²)	20.5±0.9	22.5±3.0	23.1±2.5	F=1.385
Área Muscular AMB (cm ²)	30.7±2.3	35.0±5.5	32.9±6.0	F=1.316
Área Grasa AGB (cm ²)	18.7±2.5	22.5±7.1	22.8±4.9	F=0.721
Peso Magro (kg)	39.5±2.6	41.5±4.6	40.8±3.8	F=0.431
Grasa corporal (%)	24.8±1.7	26.9±5.7	28.7±3.7	F=1.116
Per Brazo relajado (cm)	24.9±0.5	26.8±2.6	26.4±2.2	F=1.039
Per Brazo Flexionado (cm)	25.6±0.9	27.4±2.6	26.7±1.8	F=1.248
Per. Pantorrilla medial	32.3±1.0	33.5±2.8	34.1±1.52	F=0.849
Dif. Brazo Flex Brazo Rel (cm)	0.65±0.8	0.62±0.9	0.34±0.8	F=0.475

sig.* $p = \alpha < 0.05$, ** $p = \alpha < 0.01$)

6.5.3.7. Análisis con genotipos agrupados

Como parte del análisis del peso que tienen los diferentes polimorfismos de ACTN_3 y como una prueba de seguimiento a los resultados observados en la prueba ANOVA que se presentan en las páginas anteriores, aplicamos la prueba t student para dos muestras, donde hicimos un agrupamiento de los polimorfismos combinando a los homocigotos RR + los heterocigotos RX y se compararon contra los homocigotos XX. También se hizo el ejercicio de manera opuesta combinando los homocigotos RX con los homocigotos XX comparados contra los homocigotos RR. Los resultados que se muestran en los cuadros 32 y 33, en ellos se observa que el comportamiento fue similar al observado en la prueba ANOVA, se puede notar que los homocigotos RR muestran mejores resultados en las pruebas de fuerza en mano y abdomen, pues agrupados con los heterocigotos muestran valores centilares estadísticamente significativos, inclusive cuando los homocigotos RR se comparan contra los homocigotos XX y los heterocigotos, sus valores son más altos, aunque no llegan a ser significativos y se quedan en valores fronterizos. En el test de Cooper se observa una tendencia con mejores resultados asociados al alelo X pero en ningún caso llegan a ser significativas.

En términos de composición corporal el alelo R se asocia con mayores cantidades de tejido magro y muscular, mientras que hay mayor adiposidad asociada al alelo X pero en ningún indicador se observa significado estadístico.

En el caso de las mujeres se observa un rol inverso, pues los mejores resultados se asocian al alelo X, y en el test de Cooper el resultado es el opuesto al observado en hombres, pero en ninguna prueba se observan resultados significativos estadísticamente, así mismo en los indicadores de composición corporal el alelo X muestra tendencias a valores más altos en músculo y grasa. Pero al igual que en los apartados anteriores nos parece que el tamaño de la muestra podría estar generando un sesgo que quizás cambiaría con una muestra más grande.

Cuadro 31. Comparación de medias en hombres para desempeño y composición corporal

Valor centilar de la prueba	N (1)	N (2)	Media± DE (1)	Media± DE (2)	Valor de p y sig.
Dinamometría manual XX vs RR+RX	32	46	35.6±21.4	49.1±27.2	0.022*
RR vs XX+RX	12	66	58.3±26.2	40.9±24.9	0.050
Salto de longitud XX vs RR+RX	31	45	22.6±21.7	23.9±19.3	0.783
RR vs XX+RX	13	63	23.5±18.7	23.3±20.6	0.984
Flexibilidad XX vs RR+RX	31	45	44.7±26.1	37.6±23.3	0.217
RR vs XX+RX	13	63	30.4±19.4	42.5±25.1	0.105
Velocidad y agilidad XX vs RR+RX	28	44	48.03±22.3	49.2±24.4	0.838
RR vs XX+RX	13	59	41.1±22.6	50.4±23.5	0.199
Fuerza abdominal XX vs RR+RX	31	43	17.4±17.7	28.7±27.7	0.036*
RR vs XX+RX	12	62	40.0±30.8	20.9±22.1	0.061
Agilidad en brazos XX vs RR+RX	29	40	49.0±28.6	51.9±27.4	0.671
RR vs XX+RX	11	58	55.4±25.0	49.7±28.3	0.535
Fuerza en brazos XX vs RR+RX	29	40	44.0±31.4	42.8±31.1	0.887
RR vs XX+RX	10	59	51.0±33.0	42.0±30.8	0.402
Cooper test (mts/min) XX vs RR+RX	28	32	194.7±36.9	184.9±32.0	0.274
RR vs XX+RX	7	53	184.2±22.7	190.2±35.8	0.668
AMB (cm ²) XX vs RR+RX	26	36	42.4±7.1	46.5±11.1	0.100
RR vs XX+RX	12	50	47.8±12.5	44.1±9.0	0.232
AGB (cm ²) XX vs RR+RX	26	36	13.9±6.8	12.3±5.7	0.328
RR vs XX+RX	12	50	13.5±6.8	12.9±6.1	0.769
Peso magro (kg) XX vs RR+RX	26	36	50.7±5.6	53.5±8.1	0.144
RR vs XX+RX	12	50	54.2±10.5	51.9±6.3	0.320
Porcentaje de grasa (%) XX vs RR+RX	26	36	15.6±6.5	14.2±5.8	0.380
RR vs XX+RX	12	50	15.0±5.9	14.8±6.2	0.932

Valor 1 homocigotos y 2 para heterocigotos más homocigotos opuestos sig. * $\alpha < 0.05$

Cuadro 32. Comparación de medias en mujeres para desempeño y composición corporal.

Valor centilar de la prueba	N	N	Media± DE	Media± DE	Valor de p y sig.
	(1)	(2)	(1)	(2)	
Dinamometría manual XX vs RR+RX	14	28	31.1±24.4	33.4±26.9	0.788
RR vs XX+RX	4	38	16.3±13.1	34.3±26.4	0.061
Salto de longitud XX vs RR+RX	14	28	11.4±8.6	7.0±5.1	0.092
RR vs XX+RX	4	38	7.5±5.0	8.5±7.0	0.771
Flexibilidad XX vs RR+RX	14	29	20.7±17.1	17.2±19.3	0.570
RR vs XX+RX	4	39	21.2±10.3	18.1±19.2	0.748
Velocidad y agilidad XX vs RR+RX	12	23	31.2±23.5	23.9±18.8	0.322
RR vs XX+RX	4	36	20.0±17.8	27.3±20.9	0.513
Fuerza abdominal XX vs RR+RX	14	26	11.4±12.9	13.6±16.3	0.663
RR vs XX+RX	4	36	22.5±22.5	11.8±14.1	0.182
Agilidad en brazos XX vs RR+RX	13	27	46.1±28.4	36.8±24.4	0.292
RR vs XX+RX	4	36	37.5±32.0	40.1±25.6	0.849
Fuerza en brazos XX vs RR+RX	11	24	14.1±16.6	26.2±26.1	0.167
RR vs XX+RX	4	31	20.0±17.8	22.7±24.9	0.833
Cooper test (mts/min) XX vs RR+RX	13	24	137.0±26.1	134.3±26.7	0.766
RR vs XX+RX	3	34	160.9±9.0	133.0±26.1	0.076
AMB (cm ²) XX vs RR+RX	13	26	32.9±6.0	34.3±5.3	0.471
RR vs XX+RX	4	35	30.7±2.3	34.2±5.7	0.229
AGB (cm ²) XX vs RR+RX	13	26	22.8±4.9	22.0±6.7	0.682
RR vs XX+RX	4	35	18.7±2.5	22.6±6.3	0.234
Peso magro (kg) XX vs RR+RX	13	26	40.7±3.8	41.2±4.4	0.755
RR vs XX+RX	4	35	39.5±2.6	41.3±4.3	0.439
Porcentaje de grasa (%) XX vs RR+RX	13	26	28.7±3.7	26.6±5.3	0.214
RR vs XX+RX	4	35	24.7±1.7	27.6±5.1	0.287

Valor 1 homocigotos y 2 para heterocigotos más homocigotos opuestos; sig. * $\alpha < 0.05$

6.5.3.8. Asociaciones y covariación

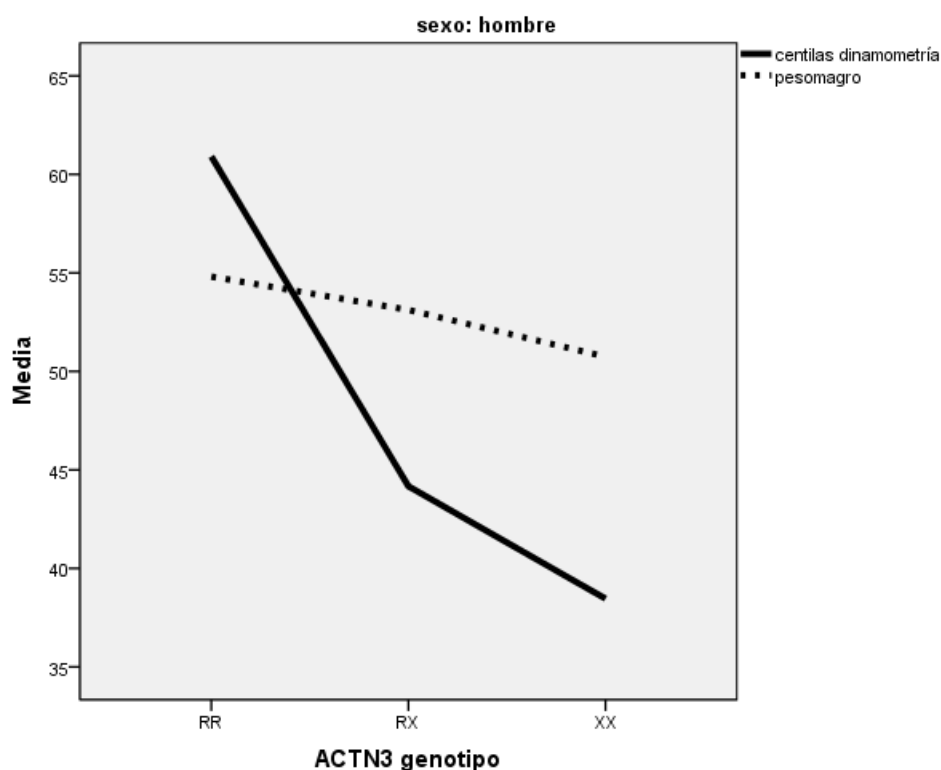
Como parte de las evaluaciones se decidió hacer un análisis de las relaciones e interacciones entre las variables antropométricas, las variables de aptitud física y el genotipo para el polimorfismo de ACTN-3.

En párrafos anteriores, cuando se realizó el análisis de las relaciones con la prueba de dinamometría manual se observó que tenía una asociación importante con la masa magra en ambos sexos. Así mismo se observó en los hombres una asociación entre las abdominales (situps) con algunas variables de masa magra, por ello se realizó un análisis de regresión lineal univariante para ambas pruebas.

En la prueba de dinamometría vista por medio de sus valores centilares, se incorporó al análisis de la ACTN-3 el peso magro como covariable, pues esta variable tuvo un comportamiento similar a otras variables como el área muscular del brazo, pero las asociaciones o el grado de determinación del peso magro fue mayor.

El modelo resultante en los varones fue significativo con un $\alpha < 0.0001$, con una R^2 corregida de 0.36, En dicho modelo el peso magro presentó una significancia de $\alpha < 0.001$, pero el polimorfismo de ACTN-3 perdió significancia con una $p = 0.120$, en dicho modelo se observa una intersección significativa, lo que sugiere que tanto el polimorfismo de ACTN-3 como el peso magro cruzan y presentan comportamientos distintos, lo que sugiere que el efecto de ACTN-3 no es un factor tan determinante para el desempeño en la prueba de dinamometría como lo es la masa magra, o su efecto se ve fuertemente determinado por la misma.

Figura 38. Promedios de las centilas en la prueba de dinamometría manual y el peso magro de acuerdo a los polimorfismos R577X del gen ACTN-3 en hombres.



En el caso de las mujeres el modelo resultante no fue significativo.

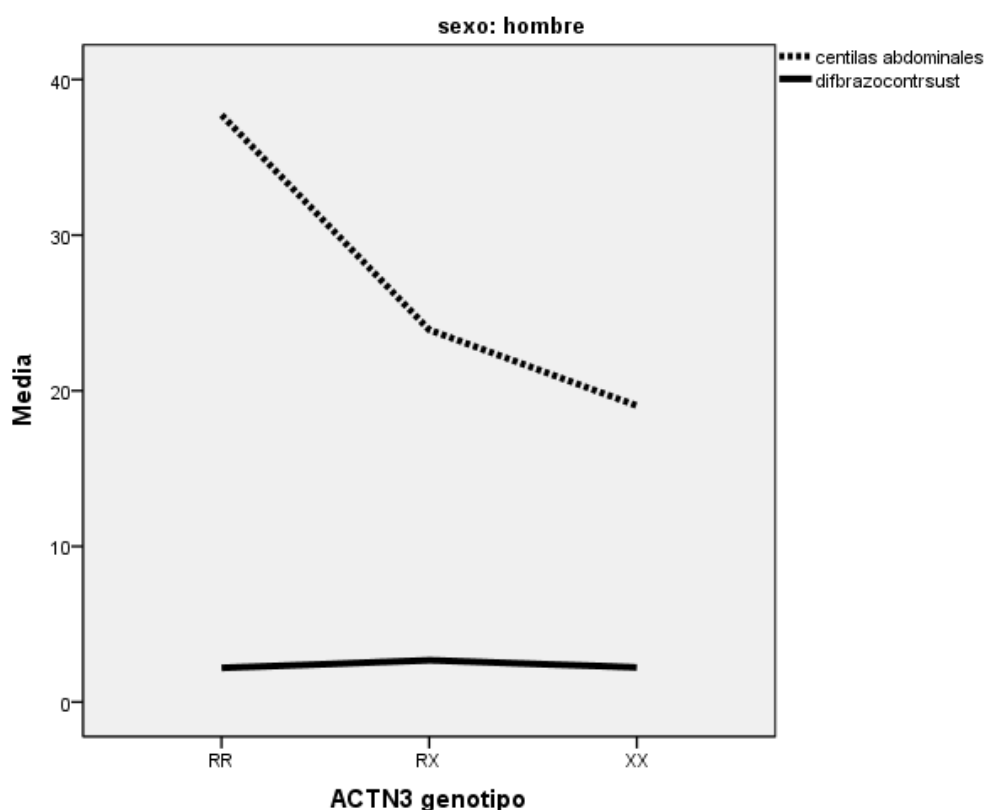
Se generó un modelo similar para los valores centilares de la prueba de las abdominales, pero dicho modelo no fue significativo, ni las asociaciones entre alguna de las variables.

El otro modelo que se generó para evaluar el impacto del genotipo de ACTN-3 sobre la prueba de abdominales fue generar un modelo, pero ahora se incluyó como covariable la variable que expresa la diferencia entre el perímetro del brazo contraído y el brazo relajado, asumiendo que dicha variable sería un indicador de las características contráctiles y probablemente de la composición del músculo, mientras que los componentes del hueso, piel y grasa permanecerían más o menos estables.

El modelo resultante fue significativo con un $\alpha < 0.005$. Se observó un R^2 relativamente baja siendo de 0.19. En dicho modelo se mantuvo la significancia para ambas variables, que fue

de $\alpha < 0.005$ para la diferencia del perímetro del brazo contraído y el brazo relajado, mientras que el genotipo de ACTN-3 tuvo un $\alpha < 0.05$. En dicho modelo la intersección no fue significativa, lo que sugiere que ambas variables expresaron una tendencia paralela. Este modelo indica que la asociación entre el genotipo de ACTN-3 y la prueba de abdominales esta mediada por las características contráctiles del músculo y muy probablemente por la cantidad y tipo de fibras musculares, lo que tendría sentido en términos teóricos, pues la α -actinina 3 solo se expresa en las fibras musculares tipo II (MacArthur y North, 2004) donde otorga mejores características estructurales y contráctiles al músculo (Vincent y *col.*, 2010).

Figura 39. Promedios de las centilas en la prueba de abdominales y la diferencia entre los perímetros del brazo contraído y relajado de acuerdo a los polimorfismos R577X del gen ACTN-3 en hombres.

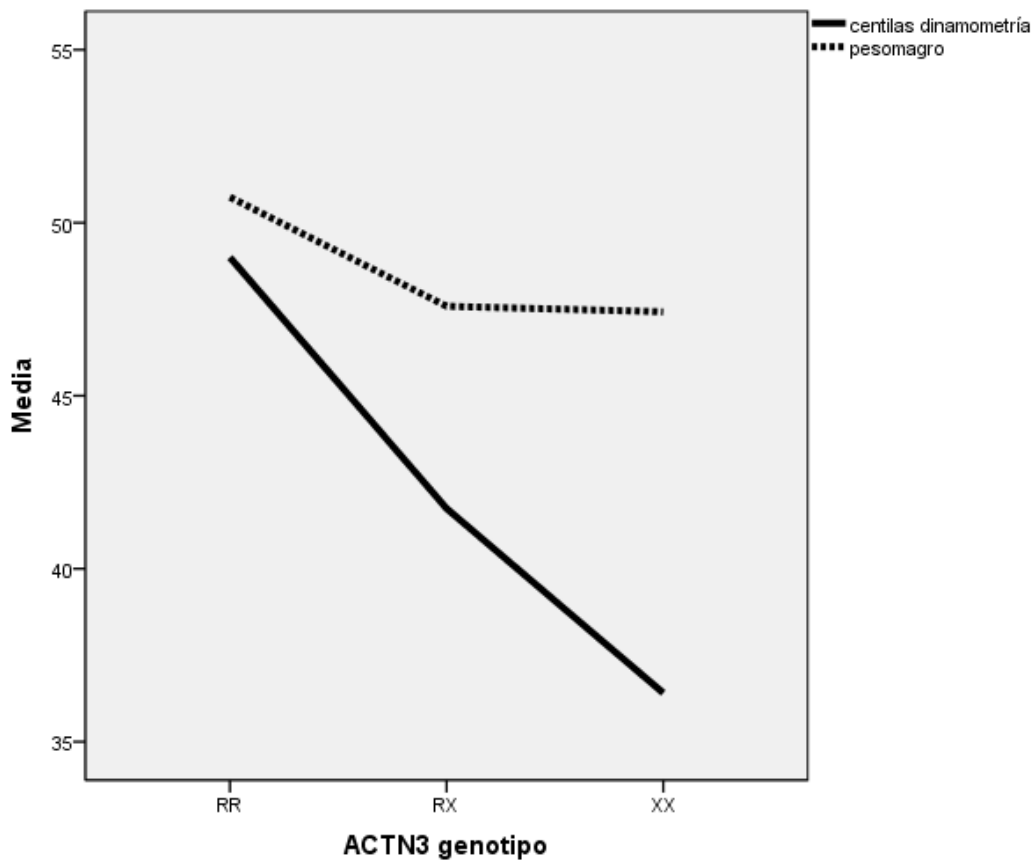


El mismo modelo ni el anterior tuvieron significancia en el caso de las mujeres.

Cuando se intentó generar un modelo con las mismas variables para la prueba de dinamometría no se observó significancia en el modelo.

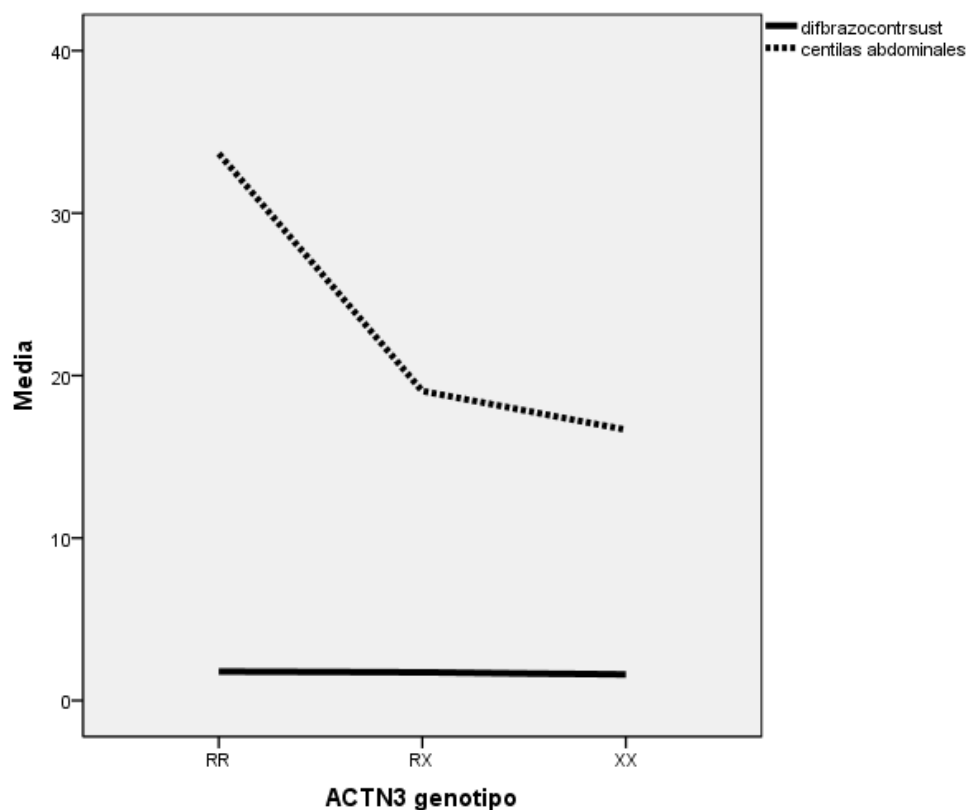
También se aplicaron estos dos tipos de modelos combinando los sexos tomando los valores centilares como se hizo anteriormente, manejo que permite controlar en cierta medida tanto el sesgo por el sexo como el de la edad. Los resultados fueron similares, aunque con R cuadradas más bajas. Observando que el modelo para la prueba de fuerza manual (dinamometría) fue significativo con un $\alpha < 0.0001$, teniendo una R^2 corregida de 0.25. La asociación entre las variables fue similar al modelo de los hombres, donde el peso magro tuvo significancia con un $\alpha < 0.0001$, mientras que el genotipo de ACTN-3 no tuvo significancia con una p de 0.441, y como en el modelo anterior la intersección entre variables fue significativa nuevamente.

Figura 40. Promedios de las centilas en la prueba de dinamometría y el peso magro de acuerdo a los polimorfismos R577X del gen ACTN-3 en la muestra de sexos combinados.



El modelo generado con ambos sexos entre el genotipo e ACTN-3 y la prueba de las abdominales junto con la diferencia entre el perímetro del brazo contraído y el brazo relajado incrementó su significancia teniendo un $\alpha < 0.0001$, la R^2 corregida fue de 0.16, que fue ligeramente más baja que la observada solo en hombres. En dicho modelo la asociación con las variables incrementó ligeramente su significancia, pues la asociación con la diferencia del perímetro del brazo contraído y el perímetro del brazo relajado tuvo una significancia de $\alpha < 0.0001$, mientras que el genotipo mantuvo la significancia con un $\alpha < 0.05$. Pero en este modelo la intersección entre variables si fue significativa, lo que sugiere que con este número de casos es posible observar una tendencia que no sigue una tendencia paralela entre variables.

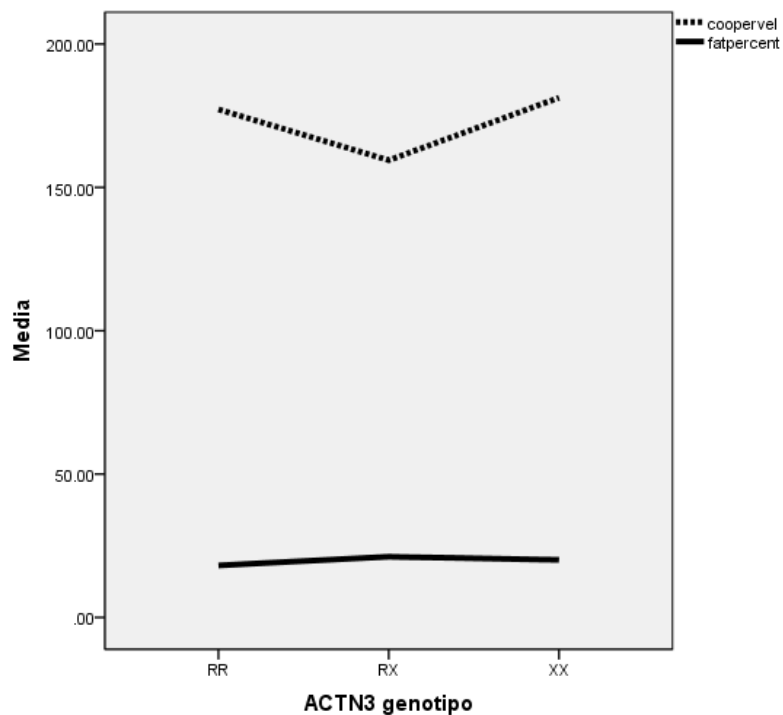
Figura 41. Promedios de las centilas en la prueba de abdominales y la diferencia entre los perímetros del brazo contraído y relajado de acuerdo a los polimorfismos R577X del gen ACTN_3 en ambos sexos.



Finalmente se generó otro modelo para la prueba de capacidad cardiorrespiratoria que es el test de Cooper de 12 minutos, en dicho modelo la velocidad de carrera promedio alcanzada y se asignaron como covariables el porcentaje de grasa y el genotipo de ACTN-3.

El modelo resultante fue significativo $\alpha < 0.0001$ y tuvo una R^2 corregida más alta que la vista en los modelos anteriores siendo de 0.53. La asociación con las variables fue significativa, teniendo un $\alpha < 0.0001$ en el caso del porcentaje de grasa y un $\alpha < 0.05$ para el genotipo, donde se observó que en los heterocigotos se presentó el mayor porcentaje de grasa y una menor velocidad promedio, lo que explica también que se haya observado una intersección significativa $\alpha < 0.001$. Por lo tanto, podemos suponer que el porcentaje de grasa y la velocidad tienen una asociación significativa que fue muy estrecha con el genotipo, aunque este comportamiento es difícil de explicar pues no tendría sustento teórico de acuerdo a las implicaciones funcionales del genotipo, ni muestra un patrón que se pueda asociar con los estados de homocigosis que sugiera una tendencia.

Figura 42. Promedios de la velocidad en el test de Cooper y el porcentaje de grasa de acuerdo a los polimorfismos R577X del gen ACTN_3 en ambos sexos.



El comportamiento observado cuando se combinaron los sexos fue muy similar al observado en los varones, una posible explicación es que en general el patrón observado en las mujeres se podría deber al tamaño de muestra, ya que fue muy reducido en ese sexo, y se observó un número muy bajo de homocigotos RR (n=4).

A continuación, se discuten los resultados de este apartado de la investigación.

6.5.4. Discusión particular del apartado de genética y aptitud física

Los resultados obtenidos muestran que las diferentes pruebas de aptitud física están sujetas a la influencia de las características físicas y en algunos de ellos fue posible establecer alguna influencia del polimorfismo genético ACTN_3.

La asociación de la dinamometría o presión manual con algunos componentes de la composición corporal en adolescentes de ambos sexos ha sido establecida con anterioridad (Marrodán y col., 2009), mostrando que la masa magra tiene efectos importantes en dicha prueba en los diferentes grupos de edad y en ambos sexos. De manera paralela la prueba de dinamometría manual ha sido sugerida como un indicador de la aptitud física en general al mostrar asociaciones importantes con otras pruebas de velocidad y fuerza explosiva (Matsudo y col., 2014).

Nuestros resultados fueron coincidentes con los patrones encontrados en otros trabajos (Deforche y col., 2003) donde se observa que la masa magra se asoció de manera importante con las pruebas de fuerza y velocidad, mientras que el tejido adiposo y la masa en general tuvo efectos negativos en las pruebas que requirieron desplazar (salto de longitud) y sostener el cuerpo (suspensión con los brazos flexionados), aunque también observamos que en la prueba de capacidad aeróbica que fue el test de Cooper se observó que la masa en general tuvo efectos negativos pues tanto la masa magra como el tejido adiposo influyeron negativamente.

Cuando se compararon los grupos étnicos en los hombres los mestizos mostraron mejores resultados en casi todas las pruebas, siendo significativas solo en el caso de la dinamometría manual y el salto de longitud mientras que en las pruebas de flexibilidad y de capacidad aeróbica los resultados fueron mejores en los rarámuri, pero muy similares. En las mujeres

el comportamiento como población fue diferente pues las mujeres rarámuri mostraron mejores desempeños en todas las pruebas excepto en la prueba de toque de placas (agilidad en miembros superiores) donde las mujeres mestizas tuvieron mejores resultados.

En las frecuencias genéticas del polimorfismo R577X de ACTN_3 se observan ciertas diferencias en términos de las frecuencias genéticas que muestran que en los rarámuri tuvieron una mayor frecuencia el alelo X, aunque no se observó desequilibrio genético en ninguna de las poblaciones, ni es posible sugerir algún patrón de selección positiva.

El efecto de los polimorfismos R577X, se observó solo en términos del alelo R en las pruebas de dinamometría manual y en las abdominales, siendo más importante en las abdominales y su efecto estuvo mediado por el tejido muscular que es algo que concuerda con lo esperado, pues este polimorfismo genético actúa sobre las características contráctiles y metabólicas de las fibras tipo II b del músculo incrementando su estabilidad estructural, y reduciendo el daño muscular (Vincent y col., 2008 MacArthur y col., 2007; Chan y col., 2008). En concordancia con ello la prueba de las abdominales en 30 segundos fue la que mostró las mejores señales siendo esta una prueba donde se requieren contracciones fuertes y rápidas, con mejores resultados en los portadores del alelo R. Este resultado es concordante con los obtenidos por Moran y colaboradores (2007) quienes observaron una asociación del alelo R con mejores velocidades en la prueba del sprint de 40 metros. En ambos casos los resultados son coherentes con la función y el papel de la α actinina 3, pues en ambos estudios se puede observar que la presencia de la α actinina 3 favorece el desempeño en tareas que requieren potencia basada en contracciones musculares fuertes y rápidas.

No fue posible observar algún tipo de asociación con el desempeño de otras pruebas que requieren potencia muscular como en el caso del salto de longitud o en la carrera ida y vuelta de 10 por 5 metros, esto se podría explicar porque quizás en estas pruebas influye tanto la masa corporal que tiene que ser desplazada como el proceso de ejecución, pues la técnica o patrón de ejecución también es importante en el caso del salto de longitud, así mismo en la carrera de ida y vuelta, la relación entre la velocidad de arranque y el frenado y la inercia generada podrían producir influencias que no permiten ver el efecto del polimorfismo genético.

Respecto a la prueba de suspensión con los brazos flexionados, la contracción muscular isométrica requiere tanto fuerza como resistencia muscular, lo que podría generar una demanda cruzada que por un lado implica fuerza, pero por el otro lado demanda energía, además de que la masa corporal en general parece ser el factor más importante.

En la prueba de agilidad en brazos, que es el toque de placas, se requiere coordinación ojo-mano, con una elevada concentración y destreza, por lo que quizás la familiaridad y otro tipo de factores no musculares son más útiles para explicar el desempeño.

Como un resultado inesperado en esta investigación el genotipo de ACTN_3 mostró cierto nivel de asociación con el tejido adiposo y la prueba de capacidad aeróbica donde los homocigotos tuvieron mayor adiposidad que se asoció con resultados más bajos en la velocidad de carrera, siendo esta más baja que la de los dos tipos de homocigotos (RR y XX).

La necesidad de más estudios en la población mexicana, y en otros grupos de edad será de gran utilidad para verificar los resultados aquí presentados

VII. Discusión general para toda la investigación

En lo referente al tema de la resistencia física en las poblaciones rarámuri se han planteado diferentes enfoques y explicaciones, aunque por lo general la resistencia física se ha planteado desde las observaciones y anécdotas del viajero que visita la región, lo que privilegia una perspectiva que parte del exotismo que integra tanto sorpresa como desconocimiento.

Los trabajos desarrollados desde mediados del siglo pasado han permitido determinar la aptitud física y otras características de las poblaciones rarámuri, esto es muy claro desde los trabajos de Balke y Snow (1965) Groom (1971) y Aghemo y col., (1971). Donde de manera regular la resistencia física se explica con base en el ambiente y las prácticas denominadas como tradicionales, quedando pendiente en dichos trabajos el cómo y porqué las prácticas tradicionales impactan positivamente la aptitud física de los rarámuri. En este sentido los diferentes enfoques aplicados en esta investigación nos han permitido generar una evaluación un poco más global sobre el fenómeno de la resistencia física de los rarámuri, pero sin duda la incorporación de una herramienta conceptual como lo es la teoría de sistemas de desarrollo ha mostrado ser un elemento muy útil para integrar diferentes elementos que se adscribían tradicionalmente al campo de la naturaleza o de la cultura o en *nature-nurture*. Siempre pensados como ajenos o no compatibles dentro de un solo marco explicativo, bajo la falsa presuposición de que son elementos de una naturaleza distinta.

Al ser nuevamente articulados los campos de la biología y la antropología, en un esquema que sostiene que la biología incorpora a la antropología, la teoría de sistemas de desarrollo permite incorporar los diversos recursos del ambiente y de la genética e integrarlos dentro de los procesos de desarrollo en una condición simétrica, siendo ambos, recursos de información que son interpretados por el organismo como plantea Andrade (2005), lo que permite analizar en un mismo nivel los recursos físicos, genéticos, sociales y culturales, por mencionar algunos. Esto se logra gracias a que todos ellos son entendidos como elementos de orden biológico como lo ha planteado Ingold (1990), y son elementos constantes en los procesos de desarrollo de los rarámuri y son necesarios no solo para el desarrollo, sino también para el sostenimiento de las capacidades articuladas en la resistencia física como lo muestran los cambios en adiposidad y capacidad cardiorrespiratoria asociados a la migración.

Así mismo se evaluaron como grupo complementario los mestizos de la región serrana del Estado de Chihuahua quienes arrojan luz y una problemática particular al ser el parte del entorno donde se integran los rarámuri cuando migran.

El pensar en términos de recursos de desarrollo nos permite sortear la tara epistemológica que ha impuesto la modernidad bajo la separación y compartimentación de la realidad con la dicotomía naturaleza/cultura, y con la dicotomía nature/nurture pues la cultura es naturaleza de la misma forma que la crianza es naturaleza y no hay nada dado, sino que todo es generado en y por el organismo vivo, pasando del plano de la determinación al de la contingencia.

A la par se puede sostener que la aptitud física de las poblaciones humanas y en el caso concreto de las poblaciones rarámuri son fruto de un proceso de desarrollo que no solo refiere al origen sino al mantenimiento por medio de la interacción con una serie de recursos.

Una de las ventajas del enfoque de los sistemas de desarrollo consiste en el nivel que se le asigna a la información genética que es similar a la de otros recursos de información del entorno.

El otro elemento importante es que esta teoría no niega la capacidad de injerencia que tiene el propio organismo sobre sus procesos de desarrollo.

En esta investigación pudimos articular algunos datos cuantitativos como los presentados desde la página 61 y cualitativos como los presentados desde la página 42, como es el caso de los datos sobre capacidad aeróbica y adiposidad en términos de urbanización que nos permiten cuantificar y cualificar los efectos migratorios entre los rarámuri, y las implicaciones que tienen al modificarse los recursos de desarrollo de acuerdo al entorno. Fenómeno que algunos autores como Aghemo y *col.* (1971) y Paredes y *col.* (1970) acotan en el contexto de la problemática de la aculturación. En nuestro caso no hablamos de aculturación sino de cambio que no solo implican a la cultura, sino un sistema global donde la cultura es parte de la explicación, pero no la única fuente de la misma.

Nuestros resultados muestran que los rarámuri en general tienen una capacidad aeróbica que es más alta que la de los mestizos de la región, y que el promedio norteamericano, pero añadiendo a lo que nos habrían dejado ver los trabajos de Balke y Snow(1965) Aghemo y *col.*, (1971 Groom (1971) pudimos hacer explícito como la ontología rarámuri es una pieza

clave para el desarrollo de su capacidad física, articulando el papel del entorno social y físico como elementos centrales en el desarrollo y mantenimiento de la capacidad aeróbica en los jóvenes rarámuri.

Dichos recursos son clave, pues cuando los rarámuri migran o se encuentran en un entorno mestizo, su capacidad aeróbica decrece y sus valores son muy similares a los de los mestizos de la región, además la adiposidad se desarrolla en paralelo, mostrando un impacto importante de las nuevas condiciones de vida, situación que en términos auxológicos suele denominarse como *community effect* (Hermanussen, M y Bogin, B.,2014).

Esta respuesta sin lugar a dudas obedece a los cambios en todos los niveles de los recursos de desarrollo, especialmente en aquellos colectivamente generados y que regularmente denominamos como aspectos sociales y culturales, donde autores como D’Haese, y col., (2015) han subrayado el papel del entorno en los patrones de actividad física, en lo que se ha denominado un enfoque ecológico de la actividad física. En este respecto los datos etnográficos recabados por Martínez (2012) y los nuestros ponen sobre la mesa la importancia del *trabajo*, sus redes, el esfuerzo y todo lo relacionado con los mismos en los colectivos³⁴ rarámuri son elementos centrales para entender su condición física.

En nuestras observaciones los aspectos ecológicos ligados a la actividad física y la salud se articulan estrechamente, y podríamos decir parafraseando a autores como Paredes (1980) que el entorno *tradicional* rarámuri (pensado como metáfora de su ontología): Es un entorno que actúa de manera positiva, favoreciendo el desarrollo de la actividad física con los consiguientes efectos sobre la aptitud física y la salud. A ello debemos incorporar otros elementos positivos como una dieta menos densa y más saludable al contener menos grasas y mayores cantidades de fibra como hicieron notar en su momento autores como Cerqueira y colaboradores (1979).

Si tomamos como hipótesis los planteamientos de Balke y Snow(1965) Aghemo y col., (1971 Groom (1971) en torno a la explicación ambiental para explicar la resistencia física de los rarámuri podríamos decir que la misma se debe aceptar pero en los términos que se han

³⁴ Utilizamos el término colectivo como Latour (2007) bajo la premisa de que un colectivo no solo incluye las relaciones de los grupos humanos, sino que articula otros entes como los seres no humanos entre los que se encuentran los animales, cosas y entes sobrenaturales.

propuesto en esta investigación, donde es justo subrayar que el papel del entorno no debe ser pensado solo en términos de un entorno físico duro y adverso, como inadecuadamente lo han hecho otros autores como Basauri (1929), ni dejar el énfasis en una mecánica cultural que no explica su funcionamiento como es el caso de Acuña (2003, 2005 y 2007).

Sería un error explicar la resistencia física de los rarámuri a partir de un entorno construido y explicado desde una óptica ajena, es necesario ver una Sierra Tarahumara que no son montañas y climas extremos, sino el *kawi*, ese mundo habitable que es una noción propia de la ontología rarámuri, una ontología que se desarrolla en términos complejos, donde se articulan elementos sociales, físicos, y culturales que serían los resultantes de los diversos recursos de desarrollo, que destacan tanto los recursos persistentes, los colectivamente generados, los heredados, pero especial y enfáticamente pone atención en los recursos autogenerados por medio de las redes de trabajo y bebida. Dichas redes se materializan en los plexos de *teswino* que inicialmente propuso Kennedy (1963) y en un sentido similar Martínez (2012). Pero dichas redes no solo articulan a grupos de individuos, sino que son el mecanismo que articula a la sociedad, una sociedad no-moderna que articula y estabiliza al mundo y universo rarámuri, dando continuidad a la existencia, permanencia y resistencia rarámuri.

La evolución de la resistencia física rarámuri debe ser vista por medio de una evolución donde se aplica una perspectiva topológica entre organismos y ambiente como propone Ingold (1990), y por ello no se puede dejar de lado ninguno de los dos elementos.

Desde nuestra perspectiva (nuestra antropología) el papel del entorno y la expresión de los recursos de desarrollo se corroboran en las diferencias observadas en los comparativos entre el contexto rural y el más urbanizado. Dichas diferencias se expresan en la asociación que tiene la adiposidad con la capacidad cardiorrespiratoria, que en los rarámuri de los poblados más urbanizados es lineal y muy clara, mostrando que en ellos cuando aumenta la adiposidad se reduce la capacidad cardiorrespiratoria como efecto de la incorporación a un ambiente sociocultural distinto.

En esta ocasión tampoco nos fue posible encontrar una asociación directa entre los niveles de actividad y la adiposidad o la capacidad cardiorrespiratoria, aunque los datos muestran

como en el entorno más rural o tradicional los rarámuri realizan más actividad, también tienen niveles más altos de $VO_2^{\text{máx}}$, y menores cantidades de adiposidad.

Mientras que los rarámuri en los centros más urbanizados presentaron un mayor número de casos con una capacidad cardiorrespiratoria baja que según los criterios y valores ofrecidos por FITNESSGRAM, lo que los coloca en una condición de riesgo.

Además, se debe incorporar el nivel de riesgo que representa la adiposidad que aumenta notablemente en los poblados más urbanizados. Esto asociado con el incremento en los niveles de glucosa en sangre observados en el apartado de los datos bioquímicos, y que favorecerían un riesgo glicémico elevado. Pues en el caso de los rarámuri, hubo una asociación importante de los niveles glucémicos elevados con el aumento de la adiposidad.

Por otra parte, con un comportamiento un tanto distinto en los mestizos la glucemia elevada fue mayor en sujetos con menos masa magra, que coincide con los niveles de creatinina sérica lo que implica que la cantidad de tejido sensible a la insulina es clave para entender el desarrollo de la diabetes en esta población.

Junto a los riesgos que representan el cambio de residencia y todo lo que ello implica, no debemos olvidar que los rarámuri de los poblados más urbanizados presentaron una mayor frecuencia de casos con tensiones arteriales elevadas o fuera de parámetros. Lo que implicaría la latencia de un riesgo hipertensivo que hace eco con los resultados presentados por Christensen y colaboradores (2012).

En los mestizos se observó que algunos parámetros fueron más adecuados en los sujetos que habitaban en las zonas más rurales, aunque el reducido número de muestra en dichos poblados no nos permitió llegar a observaciones importantes o con un sentido estadístico. Y aunque en promedio los mestizos tuvieron valores más bajos de la capacidad cardiorrespiratoria que los rarámuri, este grupo mostró una gran amplitud, con valores importantes en ambos extremos de la distribución, lo que nos habla de una variación interna grande, por lo que resultaría importante estudiar cuales son las causas que subyacen a este comportamiento, donde podríamos esperar la incidencia de factores socioeconómico y familiares.

Con base en lo anterior es posible confirmar la estrecha relación que tiene la aptitud física vista por medio de la capacidad cardiorrespiratoria y la salud de los jóvenes serranos. En esta ocasión con un número de muestra mayor que en la investigación anterior (tesis de maestría), el resultado permite ver como la capacidad cardiorrespiratoria de los jóvenes rarámuri es mayor que la de los mestizos de la región. Pero en esta ocasión los datos nos permiten contrastar que los rarámuri de los contextos más rurales frente a aquellos que viven en los más urbanizados difieren de manera importante en indicadores como la capacidad cardiorrespiratoria, la adiposidad y los riesgos asociados a ellas. Por lo que se puede aseverar que las condiciones y riesgos son distintos entre mestizos y rarámuri, y en los rarámuri trasciende el lugar de residencia y las relaciones establecidas en los mismos.

En esta investigación, como en el trabajo de Jonhson *y col.* (2000), la capacidad cardiorrespiratoria resultó un indicador útil, y muestra una asociación importante con la adiposidad, por lo que al igual que ese grupo de trabajo creemos que la capacidad cardiorrespiratoria debería ser un dato que se contemple en diversos estudios, especialmente en los de actividad física, pues al parecer la capacidad cardiorrespiratoria resulta un indicador global que refiere tanto los volúmenes como la frecuencia e intensidad, y la respuesta individual a la actividad física desde la niñez hasta la adolescencia y seguramente en otras etapas de la vida, por lo que su monitoreo junto con otros indicadores de salud es importante y muy informativo.

Cuando hablamos del riesgo metabólico en las poblaciones serranas pudimos observar que el patrón fue distinto entre grupos, que en el caso de los mestizos suele mostrar valores fuera de rango especialmente en los lípidos, destacando los triglicéridos mayoritariamente en las mujeres.

En el caso de los varones los mestizos también tuvieron valores más altos en la creatinina sérica que los rarámuri, lo que caería dentro de lo esperado, pues los mestizos también tuvieron mayores volúmenes de masa magra. Además, en esta población la cantidad de creatinina y de masa magra se asociaron de manera negativa con la glucemia a diferencia de los rarámuri donde la adiposidad se presentó como el factor de riesgo más importante.

Respecto a los niveles de glucosa en sangre los hombres rarámuri presentaron niveles altos que en general se ubican en la frontera o por encima de los límites saludables. A este respecto

es importante mencionar que estudios como el de Eriksson, y col., (2002) muestran el efecto de ciertas variantes genéticas y las condiciones tempranas de vida como algunas de las principales causas de resistencia a la insulina y aumento de la glucosa en sangre, destacando el papel de los polimorfismos del gen PPAR- γ 2, pues algunas variantes de dicho gen junto con el bajo peso al nacer mostraron aumento en los niveles de glucosa y resistencia a la insulina. En el caso de las poblaciones rarámuri las condiciones perinatales y en la infancia suelen ser adversas en muchos casos. Por ello sería razonable pensar que quizás algunos factores ligados a la programación durante el desarrollo o la programación fetal asociados al bajo peso al nacer o la afectación del crecimiento en la infancia y la niñez articuladas con ciertas variantes genéticas podrían explicar cierta propensión ante la diabetes como refieren nuestros datos, y quizás sería algo que se comparte con los pimas junto con la cercanía genética que refieren Rangel-Villalobos y col., (2000).

En trabajos futuros sería importante evaluar factores como el peso al nacer y el desarrollo durante los primeros años para determinar si estos juegan un papel importante en la determinación de la glucemia en otras etapas de la vida, y nos ayuden a explicar la presencia de los valores que de manera normal son elevados en los rarámuri, como se observa en los datos de Christensen y colaboradores (2012) donde los hombres presentan una glucemia promedio de 122.5(\pm 34.2) mientras que las mujeres tienen un promedio de 131.5 (\pm 30.6). Y si bien estos últimos autores ponen énfasis en la importancia y el papel protector que tiene la actividad física ante la diabetes en este grupo, la frecuencia de dicho padecimiento ha aumentado y se observa en grupos de edad cada vez más jóvenes, lo que se puede explicar principalmente por los cambios en los niveles de actividad física como relatan los mismos autores en una nota periodística³⁵ así como los cambios en la dieta. En la actualidad dicho padecimiento ha aumentado, y es muy común que las personas hagan referencia a “problemas con el azúcar” que generalmente son atendidos por medios tradicionales con infusiones de ciertas hierbas, pero es también muy común encontrar que la diabetes es una de las principales causas de ceguera en las personas mayores en algunas rancherías.

³⁵ http://globalhealth.ku.dk/news/news_2009-2011/type_2_diabetes_in_mexicos_tarahumara/ (revisado en noviembre 2015)

Como parte de esta investigación se realizó una evaluación sobre el estado de crecimiento y nutrición de los adolescentes actuales y los cambios en el tiempo durante el siglo pasado entre los rarámuri.

De dichas observaciones se puede resaltar que de manera similar a lo referido por trabajos como el de Cerqueira y colaboradores (1979) los rarámuri fueron más pequeños y ligeros que los mestizo y que los jóvenes de otras poblaciones como las norteamericanas. Los resultados del contraste entre mestizos y rarámuri muestran que el peso y la estatura fueron menores en los rarámuri, aunque sin mostrar diferencias significativas con los mestizos. Así mismo las proporciones de casos clasificados de acuerdo a las dos referencias usadas para la estatura muestran que una mayor proporción de casos en los rarámuri presentaron una estatura por debajo del promedio. Situación que fue más clara al contrastar los valores de los rarámuri frente a los parámetros de la OMS.

Según las referencias empleadas se observa cierta variación en los resultados, pues los resultados con base en los datos de referencia de la muestra mexicano-americana de las NHANES 82-84 mostraron un menor número de individuos por debajo del promedio para la estatura, y un mayor número de casos por encima del promedio, lo que sugiere una ubicación ligeramente distinta en el espacio muestral, pero también una kurtosis distinta, pues las referencias de la OMS 2007 ubicaron más casos por debajo del promedio, pero no necesariamente más casos con talla baja, y refirieron pocos casos de sujetos con una estatura elevada.

El tema de las referencias, en lo que se refiere al estado nutricional, los valores proporcionados por la OMS fueron más sensibles tanto para el sobrepeso y la obesidad, como para la delgadez, pues los datos de las NHANES 82-84 reportaron principalmente sobrepeso y pocos casos de obesidad, mientras que las referencias de la OMS refirieron sobrepeso, pero un mayor número de sujetos con obesidad, a la vez que estas últimas referencias si fueron capaces de detectar casos con delgadez que no fueron detectados con los datos de los mexicano-americanos de las NHANES.

De aquí que el tema de las referencias usadas implique consideraciones particulares, especialmente cuando se aplica a poblaciones indígenas y se comparan con muestras de población mestiza, pues es posible que se presenten sesgos que resulten en cifras altas o bajas

que no podrían coincidir con la realidad. Tómese por ejemplo el estudio venezolano de crecimiento (López de Blanco y col. 2013), y los hallazgos encontrados al compararlos con las referencias de la OMS 2007, donde se observa que especialmente en la adolescencia hay diferencias tanto en los valores promedio como en los puntos de corte para normalidad (centilas 3 y 97) en los diferentes indicadores de crecimiento.

Para el caso de México probablemente muestren una gran utilidad las referencias de la OMS, pero habría que determinar con estudios sistemáticos su capacidad y sensibilidad para poblaciones particulares como los son los grupos indígenas que tienen antecedentes históricos y biológicos distintos al de la población mestiza del país.

En términos del estado nutricional visto por medio del IMC, se pudo observar que los casos de delgadez fueron ligeramente mayores en los rarámuri, por otra parte, el sobrepeso fue más común en los mestizos casi tres veces más frecuente, y en ambas poblaciones la obesidad fue similar mostrando una prevalencia relativamente baja cercana al 3%.

Cuando se compararon las frecuencias de sobrepeso y obesidad con los valores estatales y con otras entidades del país, las frecuencias de estas condiciones fueron relativamente bajas, pues combinando sobrepeso y obesidad en los mestizos es cercana al 18%, mientras que en los rarámuri es del 9%. Lo que refleja que el sobrepeso y la obesidad no son un problema tan alarmante como en otros estados y localidades, aunque no está ausente. Estos estados nutricionales son mucho más frecuente entre los mestizos, lo que sugiere que su ambiente es más obesogénico que el de los rarámuri

Como parte de un análisis con un enfoque de auxología epidemiológica e histórica se hizo un análisis con los datos encontrados en la literatura que efectivamente muestran que hay una tendencia al aumento en la estatura y el peso con el tiempo, lo que refiere una tendencia secular. La tendencia refiere cambios que son observables desde mediados del siglo pasado, aunque las relaciones en los aumentos entre el peso y la estatura sugieren mayores aumentos en peso, lo que muestra una tendencia al sobrepeso especialmente en las mujeres rarámuri lo que concuerda con lo observado por Monárrez y Greiner (2000).

Hasta este punto el análisis de los datos antropométricos con un enfoque histórico es muy útil para evaluar los cambios en el tiempo como refieren Ulijaszek y Komlos (2010) aunque

su valor aumenta cuando se puedan identificar los eventos y condiciones sociales a los que se atribuyen los cambios, que en nuestro caso se pueden explicar por las prácticas estatales y de otras organizaciones, así como los cambios ligados a la introducción de nuevos alimentos.

Finalmente, en lo que referente a los indicadores de aptitud física y las variantes polimórficas del gen de ACTN_3 pudimos observar que el desempeño físico se vio influido por varios indicadores de composición corporal, donde la masa magra favoreció el desempeño en las pruebas de fuerza y explosividad, mientras que el tejido adiposo afectó negativamente las tareas donde se requiere desplazar y sostener el cuerpo, lo que es concordante con lo observado por Deforche y col., (2003). Se observa que los hombres mestizos tuvieron mejores desempeños en casi todas las pruebas excepto en la de flexibilidad y en la de capacidad cardiorrespiratoria. Mientras que las mujeres rarámuri tuvieron mejores desempeños en general excepto en la prueba de agilidad en los miembros superiores.

Los polimorfismos genéticos de ACTN_3 R577X mostraron un estado de equilibrio, aunque las frecuencias mostraron diferencias entre poblaciones pues el alelo X fue muy frecuente entre los rarámuri, pero los datos no permitieron soportar la hipótesis de que el polimorfismo 577X tuviera un impacto positivo en la capacidad cardiorrespiratoria y el desempeño en pruebas de resistencia como se habría esperado de acuerdo a las expectativas generadas en trabajos previos, pero en el caso del alelo R si se observó un impacto positivo asociado a la fuerza y contracciones rápidas como lo pudimos apreciar en el caso de las abdominales en 30 seg, y con menor fuerza estadística en la prueba de dinamometría manual. Como mencionamos con anterioridad, los resultados son coincidentes con los observado en estudios previos en adolescentes griegos (Moran y col., 2007). Estos resultados muestran que el polimorfismo R577X de ACTN_3 puede incidir sobre el desempeño de las poblaciones mexicanas, en este caso los resultados se pueden acotar a las poblaciones estudiadas en las del norte del país, pero la extensión de dicho efecto se debe verificar en otras regiones y grupos.

VIII. Conclusiones

En lo observado en este trabajo podemos concluir que la teoría de sistemas de desarrollo es una herramienta conceptual útil en los estudios de biología (humana y en general), pues representa un marco que permite conciliar e integrar mecanismos diversos sin necesariamente referirlos a uno de los extremos de la dicotomía naturaleza-cultura, a la vez que permite integrar al organismo y al ambiente como una unidad evolutiva interdependiente y no dependiente o asimétrica como los proponen los postulados neo-darwinistas simplistas tradicionales.

Los elementos sociales y culturales son clave para entender los procesos biológicos humanos, pero es necesario integrarlos como ingresos de desarrollo en términos biológicos para articularlos y mantener la coherencia en la biología humana.

El concepto y las formas del trabajo y esfuerzo entre los rarámuri, así como los diversos planos de relaciones que establece en las redes de bebida, son elementos clave para entender el contexto y las condiciones en que se desarrolla la condición física de estas poblaciones.

La aptitud física de las poblaciones rarámuri vista por medio de la capacidad cardiorrespiratoria es superior a la de las poblaciones mestizas de la región y a la de otros grupos como es el caso del promedio norteamericano. Aunque en otros indicadores de aptitud física que evalúan fuerza y potencia muscular los rarámuri tuvieron resultados más bajos que los mestizos y ambas poblaciones presentan resultados bajos en término centilares.

Los cambios ligados a la migración y la urbanización en los rarámuri son factores que se asocian con la disminución en la capacidad aeróbica y el aumento de la adiposidad como se ha observado de manera consistente. También se observa un mayor número de casos con valores de tensión arterial elevada en los centros más urbanos

Así mismo los cambios observados durante las últimas décadas en términos de crecimiento en los rarámuri muestran una tendencia secular que refiere aumentos en estatura y peso, pero con tendencias importantes al sobrepeso y los riesgos asociados al mismo.

Los grupos estudiados muestran un patrón de malnutrición mixto donde conviven el sobrepeso y la desnutrición. Pero cuando se comparan sus datos de sobrepeso y obesidad con

los de otras regiones y periodos previos, el sobrepeso muestra una disminución, aunque la obesidad se mantiene en niveles similares, aunque no deja de ser un problema su proporción es menor a la observada en otras regiones del mismo estado y del país.

También fue posible observar patrones metabólicos de riesgo diferentes entre sexos y entre grupos étnicos donde la glucemia se asocia principalmente con la adiposidad en los rarámuri mientras que en los mestizos se asocia con el tejido magro. También se observó que las dislipidemias son más frecuentes en los mestizos, y principalmente en mujeres.

Las frecuencias de los polimorfismos R577X de ACTN₃ mostraron una distribución distinta, pero en ambas poblaciones se observó un estado de equilibrio de Hardy-Weinberg. El alelo X se presenta muy frecuentemente en los rarámuri, pero sin muestras de selección ni desequilibrio.

El polimorfismo R577X de ACTN₃ muestra influencia sobre el desempeño de las poblaciones mexicanas de la sierra del estado de Chihuahua, pero es el alelo R que se asocia con mejores desempeños en pruebas de fuerza y esta mediado por la masa muscular y el peso magro.

Hasta este momento no es posible establecer una asociación entre la capacidad para correr de los rarámuri con el alelo X, aunque se observan mejores desempeños en sus portadores como lo muestra el test de Cooper.

La resistencia física de los rarámuri es en gran medida resultado de las formas de vivir y existir de los miembros de este grupo, inmersas en una ontología que establece formas de socialización y actividad particulares producto de procesos históricos y sociales que forman parte de la biología y la evolución de este grupo. Y es posible observar cambios importantes asociados a una disminución de su resistencia cuando se ven inmersos en un entorno social distinto, lo que demuestra que su condición física no solo se desarrolla en su entorno tradicional, sino que requiere del mismo para mantenerse.

IX. Problemáticas establecidas para otras investigaciones

Para seguir comprendiendo el fenómeno de la resistencia física de las poblaciones rarámuri es necesario seguir ahondando en los procesos de desarrollo de los miembros de este grupo para definir el impacto puntual en los diferentes momentos del curso de vida.

En términos de genética de poblaciones queda mucho camino para establecer los patrones de variación genética que tienen los rarámuri en toda la región y su relación con procesos históricos y sociales.

El proceso de envejecimiento es un espacio en blanco para este grupo, pues los estudios se han centrado en niños y adultos, aunque en este trabajo hemos cubierto uno de los grandes espacios en blanco que es la adolescencia.

Los factores que determinan sus patrones metabólicos requieren mayor profundización, más allá de lo que ya han dicho en términos de nutrición autores como Cerqueira y colaboradores. Aunque establecer de manera puntual las relaciones entre actividad física, alimentación y el estado nutricional es una tarea importante tanto en las poblaciones rarámuri, ello sin perder de vista las aproximaciones como el trabajo de Balcázar y col. (2009), pero tanto en los rarámuri como en los mestizos faltan estudios en otras etapas como es el caso de la adolescencia, que resulta ser un periodo trascendente por marcar el tránsito entre la niñez asociada a la dependencia y el camino a la adultez y la autonomía con las consecuencias que ello implica.

El estudio de un mayor número de SNPs u otros polimorfismos genéticos es necesario para esclarecer su papel en la aptitud física de estas poblaciones como es el caso de algunos receptores adrenérgicos por ejemplo y su asociación con procesos que implicarían algún tipo de programación durante el desarrollo como lo sugiere la hipótesis de Barker.

Así mismo se requieren estudios con un mayor número de sujetos para establecer claramente el papel del polimorfismo R577X de ACTN_3 en las diferentes esferas del desempeño en las poblaciones serranas y en las del país en general, lo que implica mayor organización, financiamiento y articulación de grupos de trabajo diversos.

La incorporación y el escrutinio de los diferentes ingresos de desarrollo es fundamental para entender los procesos de desarrollo de este grupo y así poder comprender los egresos de desarrollo, como lo son las condiciones complejas como la aptitud física y las enfermedades.

X. Literatura consultada y referencias

- Abadir, P. M., Foster, D. B., Crow, M., Cooke, C. A., Rucker, J. J. Jain, A., Smith, B. J., Burks, T. N., Cohn, R. D., Fedarko, N. S., Carey, R. M., O'Rourke, B. y Walston, J. D. 2011. Identification and characterization of a functional mitochondrial angiotensin system, *PNAS* 108(36): 14849–14854.
- Acuña A. 2003, Correr para vivir: El dilema Rarámuri. *Desacatos*. 12. pp: 130-146.
- Acuña A. 2000, Funciones y definición conceptual de la carrera rarámuri de la Sierra Tarahumara. *Nueva antropología*, 64, México.
- Acuña A. 2007, *La construcción cultural del cuerpo en la sociedad Rarámuri de la Sierra Tarahumara*. Ediciones Abya-Yala Quito Ecuador. 453 Págs.
- Adam, C., Klissouras, V., Ravazzolo, M., Renson, R., Tuxworth, W. 1988, Eurofit: European Test of Physical Fitness. *Rome, Italy: Council of Europe, Committee for the Development of Sport*.
- Aghemo, P., Piñera-Limas, F., y Sassi, G., 1971, Maximal Aerobic Power in Primitive Indians, *Int. Z. angew. Physiol.* 29:337-342.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz A. M., Strath S. J., O'Biren, W. L., Bassett, D. R., Schmitz, K. H., Emplaincourt, P. O., Jacobs, D. R., y Leon A. S., 2000, Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities *Med. Sci. Sports Exerc.*, 32 (9), Suppl.: S498-S516.
- Alfred, T., Ben-Sholmo, Y., Cooper, R., Hardy, R., Cooper, C., Dearu, I. J., Gunnell, D., Harris, S. E., Kumari, M., Martin, R. M., Moran, C. N., Pitsiladis, Y. P., Rong, S.M., Sayer, A. A., Smith, G. D., Starr, J. M., Kuh, D., Day. I. N. M., y el HALCyon study team, 2011, ACTN3 Genotype, Athletic Status, and Life Course Physical Capability: Meta-Analysis of the Published Literature and Findings from Nine Studies, *Human Mutation*, 32(9):1008-1018.
- Andrade, E. 2005, Las interacciones entre genotipo/fenotipo/medioambiente una aproximación semiótica al debate evolución: desarrollo, *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, Vol:VI No.(12-13): 109-142.
- Balcázar, M., P. Pasquet, e I. De Garine 2009, Dieta, actividad física y estado de nutrición en escolares rarámuris, México, *Revista Chilena de Salud Pública*, 13(1):30-37.
- Balke, B. and C. Snow 1965 Anthropological and physiological observations on Tarahumara endurance runners, *American Journal of Physical Anthropology*, 23:293-302.
- Basauri, C. 1929 *Monografía de los tarahumaras*, Talleres gráficos de la nación, México.
- Benítez-Hernández, Z. P., Hernández-Torres, E. P., Cabañas, M. D., De la Torre-Díaz, M de L., López-Ejedía, N., Marrodán, M. D., y Cervantes-Borunda, M., 2014, Composición corporal, estado nutricional y alimentación en escolares Tarahumaras urbanos y rurales de Chihuahua, México, *Nutr. Clín. Diet. Hosp.*, 34(2): 71-79.
- Bennett, W. C. and R. M. Zingg 1935 *The Tarahumara: an Indian tribe of northern Mexico*, University of Chicago Press.

- Blair, S. N., Kampert, J. B., Kohl III, H. K., Barlow, C. E., Macera, C. A., Paffenbarger Jr, R. S.; Gibbons, L. W. 1996, Influences of Cardiorespiratory Fitness and Other Precursors on Cardiovascular Disease and All-Cause Mortality in Men and Women, *JAMA*.;276(3):205-210. doi:10.1001/jama.1996.03540030039029.
- Bogin, B., y Smith, H., 1996 Evolution of the human Life Cycle, *American Journal of Human Biology* 8:703-716.
- Bogin, B. 1999 Evolutionary Perspective on Human Growth, *Annual Review of Anthropology*.28: 109-153.
- Bouchard, C., Lesage, R., Lortie, G., Simoneau, J. A., Hamel, P., Boulay, M. R., Pérusse, L. Thériault, G., y Leblanc, C. 1986, Aerobic performance in brothers, dizygotic and monozygotic twins. *Med. Sci. Sports Exerc.* 18: 639–646.
- Bouchard, C., Chagnon, M., Thibault, M. C., Boulay, M. R., Marcotte, M., Côté, C., y Simoneau, J. A. 1989, Muscle genetic variants and relationship with performance and trainability. *Med. Sci. Sports Exerc.* 21: 71–77.
- Bouchard, M., Malina, R. M., y Pérusse, L. 1997, Genetic of Physical Fitness and Physical Performance, *Human Kinetics*, EU, 400pp.
- Bouchard, C., Daw, E. W., Rice, T., Pérusse, Gagnon, L. J., Province, M. A., Leon, A. S., Rao, D. C., Skinner, J. S. y Wilmore, J. H. 1998, Familial resemblance for VO₂max in the sedentary state: the HERITAGE Family Study. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 30: 252–258.
- Bouchard, C., An, P., Rice, T., Skinner, J. S., Wilmore, J. H., Gagnon, J., Pérusse, L., Leon, A. S., y Rao, D. C. 1999, Familial aggregation of VO₂max response to exercise training: results from the HERITAGE Family Study. *J. Appl. Physiol.* 87: 1003–1008.
- Bouchard, C., Rankinen, T., Chagnon, Y, C., Rice, T., Pérusse, L., Gagnon, J., Borecki, I., An, P., Leon, A. S., Skinner, J. S., Wilmore, J. H. Province, M., y Rao, D. C., 2000, Genomic scan for maximal oxygen uptake and its response to training in the HERITAGE Family Study. *J. Appl. Physiol.* 88: 551–559.
- Bourdieu, P. (1991) *El sentido práctico*. Ed. Taurus. España.
- Boyd, R. y Richerson, P. J., 1985. *Culture and the evolutionary process*. Chicago: Univ. Press.
- Carrier, D R. 1984 The energetic paradox of human running and hominid evolution, *Current Anthropology*, 25(4):483-495.
- Christensen, D. L. Alcalá-Sánchez, I., Leal-Berumen I., Conchas-Ramírez, M., and Brage S., 2012, Physical Activity, Cardio-Respiratory Fitness, and Metabolic Traits in Rural Mexican Tarahumara. *American Journal of Human Biology*, 24:558-561.
- Christensen, D. L., Espino, D., Infante-Ramírez, R., Brage, S., Terzic, D., Goetze, J. P.,y Kjaergaard, J. 2014, Normalization of Elevated Cardiac, Kidney, and Hemolysis Plasma Markers Within 48 h in Mexican Tarahumara Runners Following a 78 km Race at Moderate Altitude. *American Journal of Human Biology*,26:836-843.

- Chan, S., Seto, J.T., MacArthur, D.G., Yang, N., North, K.N., y Head, S.I., 2008, A gene for speed: contractile properties of isolated whole EDL muscle from an α -actinin-3 knockout mouse. *Am J Physiol Cell Physiol* 295: 897–904.
- Chagnon, Y. C., Allard, C., y Bouchard, C., 1984, Red blood cell genetic variation in Olympic endurance athletes. *J. Sports Sci.* 2:121–129.
- Chu, K. Y., Lau, T., Carlsson, P-O., y Leung, P. S., 2006, Angiotensin II Type 1 Receptor Blockade Improves β -Cell Function and Glucose Tolerance in a Mouse Model of Type 2 Diabetes, *Diabetes* 55:367–374.
- Chavers, B.M., Rehault, M.N., y Foley R. N., 2011, Kidney Function Reference Values in US Adolescents: National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2008. *Clin J Am Soc Nephrol* 6: 1956–1962,
- Cerqueira M. T McMurry, M.P., y Connor, W. E., 1979, The food and nutrient intakes of the Tarahumara Indians of Mexico, *Am J Clin Nutr* 32: 905-915.
- Clarkson, P.M., Devaney, J.M., Gordish-Dressman, H., Thompson, P.D., Hubal, M.J., Urso, M., Price, T.B., Angelopoulos, T.J., Gordon, P.M., Moyna, N.M., Pescatello, L.S., Visich, P.S., Zoeller, R.F., Seip, R.L., y Hoffman, E.P., 2005, ACTN3 genotype is associated with increases in muscle strength in response to resistance training in women. *J Appl Physiol* 99: 154–163.
- Clarkson, P.M., Hoffman, E.P., Zambraski, E., Gordish-Dressman, H., Kearns, A., Hubal, M., Harmon, B., y Devaney, J.M., 2005, ACTN3 and MLCK genotype associations with exertional muscle damage. *J Appl Physiol* 99: 564–569.
- Cole, T. J., 2003 The secular trend in human physical growth: a biological view. *Economics and Human Biology* 1:161-168.
- Connor, W. E. , Cerqueira, M. T., Connor E. W., Wallace, R. B., Malinow, M. R., y Casdorff H. R., 1978 The plasma lipids, lipoproteins, and diet of the Tarahumara Indians of Mexico. *Am J Clin Nutr* 31:1131-1142.
- Couture, L., Chagnon, M., Allard, C., y Bouchard, C. 1986, More on red blood cell genetic variation in Olympic athletes. *Can. J. Appl. Sport Sci.* 11: 16–18.
- D’Haese, S., Cardon, G., y Deforche, B. (2015). The Environment And Physical Activity. In M.L., Frelut, (Ed.), *The ECOG’s eBook on Child and Adolescent Obesity*. Retrieved from ebook.ecog-obesity.eu
- Deforche, B., Lefevre, J., Bourdeaudhuij, I., Hills, A.P., Duquet, W., y Bouckaert, J., 2003, Physical fitness and physical activity in obese and nonobese Flemish youth. *Obes Res.* 11:434–441.
- DeGaray, A., L. Levine, and J. E. L. Carter. 1974, *Genetic and Anthropological Studies of Olympic Athletes*. New York: Academic.
- De Onis, M., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida C., y Siekmann, J. 2007 Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents, *Bulletin of the World Health Organization* 85:660–667.
- De la Torre-Díaz, M de L., Cervantes-Borunda, M., Cabañas, M. D., Benítez-Hernández, Z. P., López-Ejedia, N., Marrodán, M. D., y Hernández-Torres, E. P., 2014 Diferencias alimentarias y de

- actividad física en escolares mestizos y tarahumaras de la ciudad de Chihuahua (México), *Nutr. Clín. Diet. Hosp.*, 34(2): 80-87.
- Delval, J., 2000, *El Desarrollo Humano*. Siglo XXI Editores. 626pp.
- Descola, P., 2005 *Par-delà Nature et Culture*, Éditions Galldemard 623pp.
- Drewnowski A, Popkin BM. 1997, The nutrition transition: new trends in the global diet. *Nutr Rev.* 55:31–43
- Drusini, A., and M. Tommaseo ,1981 Physical anthropology of Tarahumara Indians of northern México, *Anthrop. Anzeiger*, 39(3):189-199.
- Duncan, G. E., 2006, Prevalence of Diabetes and Impaired Fasting Glucose Levels Among US Adolescents National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2002. *Arch Pediatr Adolesc Med.*; 160(5):523-528. doi:10.1001/archpedi.160.5.523.
- Durnin, J. V. G. A. and J. Womersley 1974 Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years, *British Journal of Nutrition*, 32:77-97
- Eisenmann, J. C., Laurson, K. R. and Welk G. J., 2011 Aerobic Fitness Percentiles for U.S. Adolescents. *Am J Prev Med* 41(4S2): S106-S110
- Eriksson, J.G., Lindi, V., Uusitupa, M., Forsén, T. J., Laakso, M., Osmond, C., y Barker D.J. P., 2002, The Effects of the Pro12Ala Polymorphism of the Peroxisome Proliferator–Activated Receptor- γ 2 Gene on Insulin Sensitivity and Insulin Metabolism Interact with Size at Birth *Diabetes* 51:2321-2324.
- Frey, N., Frank, D., Lippl, S., Kuhn, Kögler, H., Barrientos, T., Rohr, C., Will, R., Müller, O. J., Weiler, H., Bassel-Duby, R., Katus, H. A., y Olson E. N., 2008, Calcineurin-2 deficiency increases exercise capacity in mice through calcineurin/NFAT activation, *J. Clin. Invest.* 118:3598–3608.
- Frisancho A.R. 1990 *Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status*, Ann Arbor the University of Michigan Press.
- Flanagan, D. E., Moore, V. M., Godsland, I. F., Cockington, R. A., Robinson, J. S., y Phillips, D. I. W., 2000, Fetal growth and the physiological control of glucose tolerance in adults: a minimal model analysis *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism* Published 278 (4): E700-E706
- Fuentes, A., 2010, The New Biological Anthropology: Bringing Washburn’s New Physical Anthropology Into 2010 and Beyond—The 2008 AAPA Luncheon Lecture, *Yearbook of Physical Anthropology*, 53:2-12.
- Fujigaki- Lares, J. A., 2009, La muerte y sus metáforas. Ensayo sobre ritualidad mortuoria y sacrificial en el noroeste de México, Tesis de Maestría. UNAM, México D.F., 192pp.
- Fujigaki- Lares, J. A., y Martínez- Ramírez Isabel, 2012, “Locura” y transgresión social: La noción de *lowíame* entre los rarámuri de México, En: Entre tarahumaras, coras y huicholes Algunos aspectos sobre la “locura”, González- Sobrino Ed., IIA-UNAM, págs.: 43-72.

- Gahche, J., Fakhouri, T., Carroll, D.D., 2014 Cardiorespiratory fitness levels among U.S. youth aged 12–15 years: United States, 1999–2004 and 2012. NCHS data brief, no 153. Hyattsville, MD: *National Center for Health Statistics*.
- Garine, Igor de y Vargas, Luis Alberto 1997, “Introducción a las investigaciones antropológicas sobre alimentación y nutrición”. *Cuadernos de nutrición*. No. 20 (3): 21-28.
- Goh, K. P., Chew, K., Koh, A., Guan, M., Wong, Y. S., y Sum, C. F. 2009, The relationship between *ACE* gene *ID* polymorphism and aerobic capacity in Asian rugby players, *Singapore Med J* 50(10): 997-1003.
- Griffiths, P. E., y Gray. R. D., 1994. Developmental Systems and Evolutionary Explanation, *The Journal of Philosophy*, 91(6): 277-304
- Groom, D. 1971 Cardiovascular observations on Tarahumara Indian runners – The Modern Spartans, *American Heart Journal*, 81(3):304-314.
- Gunnell, D., Whitley, E., Upton, M. N., McConachie, A., Davey- Smith G., y Watt, G. C. M., 2003, Associations of height, leg length, and lung function with cardiovascular risk factors in the Midspan Family Study, *J Epidemiol Community Health*, 57:141-146
- Gurney, T. M., and D.B. Jelliffe 1973 Arm of muscle circumference and cross-sectional muscle and fat areas, *American Journal of Clinical Nutrition*, 26:912-915.
- Head, S. I., Chan, S., Houweling, P. J., Quinlan, K. G. R., Murphy, R., Wagner, S., Friedrerich, O., y North K.N. 2015. Altered Ca²⁺ kinetics associated with α -actinin-3 deficiency may explain positive selection for ACTN3 null allele in human evolution. *PLoS Genet* 11: e1004862
- Hrdlička, A. 1908 *Physiological and medical observations among the Indians of the southwestern United States and northern Mexico*. Bureau of American Ethnology Bulletin 34, Smithsonian Institution, Washington, D. C.
- Heinemann, K. 2003. Definiciones. En *Introducción a la Metodología de la Investigación Empírica en las ciencias del deporte*. Editorial Paidotribo. España.
- Hermanussen, M y Bogin, B., (2014) Auxology an editorial, *Italian Journal of Pediatrics* 40:08. <http://www.ijponline.net/content/40/1/8>
- Hickman, T. B., Briefel, R.R., Carroll, M. D., Rifkind, B. M. Cleeman, J. I., Maurer, K. R., y Johnson, C.L. 1998, Distributions and Trends of Serum Lipid Levels among United States Children and Adolescents Ages 4–19 Years: Data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey *Preventive Medicine* 27:879-890
- Inbar, O. Oten A., Scheinowitz, M. Rotstein, A., Dlin, R., and Cassaburi, R., 1994 Normal responses during incremental exercise in 20-70 yr. old men. *Med Sci Sport Exerc* 26(5) 538-546.
- Ingold, T. 1990, An Anthropologist looks at biology. *Man, New Series*, 25(2), pp. 208-229.
- Ingold, T. 2004, Beyond biology and culture. The meaning of evolution in a relational world, *Social Anthropology* 12(2): 2009-221.

Ingold, T. 2004 b, Culture on the ground, The World Perceived through the feet, *Journal of Material Culture*, 9(3) 315-340.

Ingold, T. 2000. *The perception of the environment: essays on livelihood, dwelling and skill*. London: Routledge.

Instituto Nacional de Salud Pública. 2013, Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados por entidad federativa, Chihuahua. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, Disponible en: encuestas.insp.mx

Irigoyen-Rascon, F. and J. M. Palma-Batista 1985, *Rarajipari*: the kick-ball race of the Tarahumara Indians, *Annals of Sports Medicine*, 2(2):79-94.

ISAK, 2001 *International Standards for Anthropometric Assessment*, International Society for the Advancement of Kinanthropometry. National Library of Australia

Jones, A. y Woods, D. R., 2003 Skeletal muscle RAS and exercise performance. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology* 35: 855–866.

Johnson, M. S., Figueroa-Colon, R., Herd, S. L., Fields, D. A., Sun, M., Hunter, G. R., y Goran, M. I., 2000, Aerobic Fitness, Not Energy Expenditure, Influences Subsequent Increase in Adiposity in Black and White Children *PEDIATRICS* 106(4): 1-6.

Kennedy, J. G. 1963, Tesguino complex: The role of beer in Tarahumara culture. *American Anthropologist*, 65, 620-640

Kennedy, J.G., 1970, *Inapuchi* Una comunidad tarahumara gentil, México, Instituto Indigenistas Interamericano.

Kummels, I. 2001 Reflecting Diversity: Variants of the Legendary Footraces of the Rarámuri in the Northern Mexico, *ethnos* 66(1): 73-98.

Latour, B, 2007, *Nunca fuimos modernos. Ensayo de antropología simétrica*, 1ra ed. Siglo XXI Buenos Aires Argentina. 221 pp.

Laurson, K. R., Eisenmann, J. C., and Welk G. J., 2011, Body Fat Percentile Curves for U.S. Children and Adolescents. *Am J Prev Med* 41(4S2): S87-S92.

Leal-Berumen, I., Santana-Rodríguez, V., Hernández-Rodríguez, P., Moreno-Brito, V., Licón-Trillo, A., González-Rodríguez, E., Alcalá-Sánchez I., Conchas-Ramírez M., y Santiago-Antonio, C., 2012, Screening for metabolic syndrome risk factors in mestizo, tarahumara and mennonite scholars from Chihuahua México. *BMC Proceedings* 6(Suppl3):31.

Lek, M., Quinlan, G. R., y North, K. N., 2009, The evolution of skeletal muscle performance: gene duplication and divergence of human sarcomeric α -actinins, *BioEssays*, 32:17–25.

Lévi-Strauss, C. 1986 *La regard éloigné*, Emecé, Buenos Aires.

- Li, X., Sun, X., Jin L., y Xue, F. 2011 Worldwide spatial genetic structure of angiotensin-converting enzyme gene: a new evolutionary ecological evidence for the thrifty genotype hypothesis. *European Journal of Human Genetics*, 19:1002–1008.
- Li, L., Dangour, A. D., y Power, C., 2007, Early Life Influences and Adult Leg and Trunk Length in the 1958 British Birth Cohort. *American Journal of Human Biology* 19:836-843.
- Lobelo, F., Pate R. R., Dowda M., Liese A. D., and Ruiz J. R., 2009 Validity of Cardiorespiratory Fitness Criterion-Referenced Standards for Adolescents. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 41(6): 1222–1229.
- López de Blanco, M., Izaguirre de Espinoza I., y Macías de Tomei , C., 2013, Crecimiento y Maduración Física: Bases para el diagnóstico y seguimiento clínico, Ed médica Panamericana Caracas 283pp.
- Lucia, A., Gómez- Gallego, F., Santiago, C., Bandrés F., Earnets C., Rabadán, M., Alonso, J. M., Hoyos J., Córdoba, A., Villa, G., y Foster, C., 2006 ACTN3 Genotype in Professional Endurance Cyclists, *Int J Sports Med*, 27: 1-5.
- Lumholtz, C. 1902 *Unknow Mexico*, New Cork: Charles Scribner's.
- MacArthur, D.G. y North K. N., 2004 A gene for speed? The evolution and function of a-actinin-3, *BioEssays* 26:786–795.
- MacArthur, D. G., Seto, J. T., Raftery, J. M., Quinlan, K. G., Huttley, G. A., Hook, J. W., Lemckert, F. A., Kee, A. J., Edwards, M. R., Berman, Y., Hardeman, E. C., Gunning, P. W., Easteal, S., Yang, N., y North, K. N., 2007, Loss of ACTN3 gene function alters mouse muscle metabolism and shows evidence of positive selection in humans. *Nat. Genet.* 39, 1261–1265.
- MacArthur, D. G., Seto, J. T., Chan, S., Quinlan, K. G. R., Raftery, J. M., Turner, N., Nicholson, M. D., Kee, A. J., Hardeman, E. C., Gunning, P. W., Cooney, G. J., Head, S. I., Yang, N., y North, K. N., 2008, An Actn3 knockout mouse provides mechanistic insights into the association between a-actinin-3 deficiency and human athletic performance, *Human Molecular Genetics*, 17(8): 1076–1086,.
- Margaria, R. P. Aghemo and E. Rovelli 1965 Indirect determination of maximal O₂ consumption in man. *Journal of Applied Physiology*, 20:1070-1073.
- Marrodán-Serrano, M.D., Romero-Collazos, J.F., Moreno-Romero, S., Mesa-Saturnino, M.S., Cabañas Armesillas., Pacheco del Cerro, J.L., y González-Montero de Espinosa V., 2009, Dinamometría en niños y jóvenes de entre 6 y 18: valores de referencia, asociación con tamaño y composición corporal. *An Pediatr (Barc)*. 70(4): 340-348.
- Martínez- Ramírez, M. I, 2007, La composición de la persona en el pensamiento rarámuri, *Revista pueblos y fronteras digital*. Dic. 2007-mayo 2008, 4: 1-21. <http://www.pueblosyfronteras.unam.mx>
- Martínez- Ramírez, M. I., 2009, Naturaleza-Cultura: Un marco de análisis para la relación persona-cosmos, *An. Antrop.*, 43: 69-90.
- Martínez- Ramírez, M. I, 2012, Tejiendo como caminos la vida social: Teoría rarámuri de la socialidad y la persona. En: Hilando el norte: Nudos, redes, vestidos textiles, Ed. Gutiérrez del Ángel, A., El colegio de San Luis, El colegio de la frontera norte. México.

- Matsudo, V. K. R., Matsudo, S. M., Machado de Rezende, L. F., y Raso V., 2014, Handgrip strength as a predictor of physical fitness in children and adolescents, *Revista Brasileira de CINEANTROPOMETRIA e Desempenho Humano* DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2015v17n1pl>
- McCauley, T., Mastana, S. S., Hossack, J., MacDonald, M., y Folland, J. P., 2009, Human angiotensin-converting enzyme I/D and α -actinin3 R577X genotypes and muscle functional and contractile properties, *Exp Physiol* 94(1):81-89.
- McMurry, M.P., Connor, W. E., y Cerqueira M. T. 1982 Dietary cholesterol and the plasma lipids and lipoproteins in the Tarahumara Indians: a people habituated to a low cholesterol diet after waening *Am J Clin Nutr* 35:741-744.
- Mills, M., Yang, N., Weinberger, R. P., Vander Woude, D. L., Beggs A. H., Easteal, S., North K. N., 2001 Differential expression of the actin-binding proteins, alpha-actinin-2 and -3, in different species: implications for the evolution of functional redundancy. *Hum. Mol. Genet.* 10:1335–1346.
- Moreno-Salinas C., 2014, Corriendo con los Tarahumara: Vivencias de un médico en Chihuahua. Editorial Silla vacía, Michoacán, México, 272 pp.
- Monárrez, J. y T.Greiner 2000, Anthropometry in Tarahumara Indian women of reproductive age in northern México: is overweight becoming a problem? *Ecology of food and nutrition*, 39:437-457.
- Monárrez, J. y H. Martínez 2000, Prevalencia de desnutrición en niños rarámuris menores de cinco años en el municipio de Guachochi, Chihuahua, *Salud Pública México*, 42:8-16.
- Monárrez-Espino J, Béjar-Lío GI, Vázquez-Mendoza G., 2010, Adecuación de la dieta servida a escolares en albergues indigenistas de la Sierra Tarahumara, México. *Salud Publica Mex*, 52:23-29.
- Montgomery, H., Clarkson, P., Barnard, M., Bell, J., Brynes, A., Dollery, C., Hajnal, J., Hemingway, H., Mercer, D., Jarman, P., Marshall, R., Prasad, K., Rayson, M., Saeed, N., Talmud, P., Thomas, L., Jubb, M., World, M., y Humphries, S., 1999, Angiotensin-converting-enzyme gene insertion/deletion polymorphism and response to physical training. *Lancet* 353: 541–545.
- Moran, C. M., Yang, N., Bailey, M. E. S., Tsiokanos, A., Jamurtas, A., MacArthur, D.G., North, K., Pitsiladis, Y. P., y Richard H Wilson, R. H., 2007, Association analysis of the ACTN3 R577X polymorphism and complex quantitative body composition and performance phenotypes in adolescent Greeks, *European Journal of Human Genetics* 15: 88–93.
- Morin, E. (1980) *L'unidualité de l'homme*, en C. Delacampagne y R. Maggiori (coord.), *Philosopher*, París, Fayard, pp. 41-49
- Morin, E. (1995) *Introducción al pensamiento complejo*, Gedisa, Barcelona.
- Morin, E. (1999) *L'intelligence de la complexité*, L'Harmattan, París.
- Munkhaugen, J., Lydersen, S., Widerøe and Hallan, S. 2008, Blood pressure reference values in adolescents: methodological aspects and suggestions for Northern Europe tables based on the Nord Trøndelag Healt Study II. *Journal of Hypertension* 26: 1912-1918

Najjar M.F., y Kuczmaraki R.J. 1989. Anthropometric data and prevalence of overweight for Hispanics 1982-84, National Center for Health Statistics. *Vital Health Stat II* (239).

National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. 2004 The forth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 114: 555-576.

Nieuman, D. C., M. D. Austin, L. Benezra, S. Pearce, T. McInnis, J. Unick, and S. J. Gross 2006 Validation of Cosmed's FitMate™ in measuring consumption and estimating resting metabolic rate, *Research in Sports Medicine: An International Journal*, 14(2):89-96.

Nieuman, D. C., H. LaSasso, M. D. Austin, S. Pearce, T. McInnis and J. Unick 2007. Validation of Cosmed's FitMate™ in measuring exercise metabolism, *Research in Sports Medicine: An International Journal*, 15(1):67-75.

Norman, B., Esbjörnsson, M., Rundqvist, H., Österlund, T., Walden F. V. y Tesch, P. A., 2009 Strength, power, fiber types, and mRNA expression in trained men and women with different *ACTN3* R577X genotypes, *J Appl Physiol* 106: 959-965.

North, K. N., Yang, N., Wattanasirichaigoon, D., Mills, M., Easteal, S., y Beggs, A.H. 1999A common nonsense mutation results in α -actinin-3 deficiency in the general population *Nat Genet*, 21: 353-354.

Ortega y Gasset, J., 1924 *El sentido histórico de la teoría de Einstein*, volumen III de las *Obras completas*.

Paredes, A., West, L.J., y Snow, C. C., 1970, Biosocial Adaptation and Correlates of Acculturation in the Tarahumara Ecosystem, *Int J Soc Psychiatry*, 16(3): 163-174.

Pasquet, P., Balcázar, M., Rodríguez, M. F., Hinojosa, H., y De Santiago S., 2005, Relationship between physical activity, aerobic capacity and body composition in school children from the Sierra Tarahumara, Mexico, In Proceedings of the 18th International Congress of Nutrition, Nutritios Safari for Innovative Solutions, Vorster, H. H., Blaau, R., Dhansay, M. A., Kuzwayo, P. M.N, Moeng, L., Wentzel-Viljorn, E., (eds) Edition électronique 2005. Karger, Bale.

Pate R. R.; Wang, C. Y., Dowda, M., Farrell, S. W., O'Neill, J. R., Cardiorespiratory Fitness Levels Among US Youth 12 to 19 Years of Age Findings from the 1999-2002 National Health and Nutrition Examination Survey *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2006;160:1005-1012

Patsch, J. F., Miesenböck, G., Hopferweiser, T., Mülberger, V., Knapp, E., Dunn, J. K., Gotto Jr., A. M., y Patsch, W., 1992, Relation of Triglyceride Metabolism and Coronary Artery Disease, *Arteriosclerosis and Thrombosis*, 12:1336-1345.

Payne, J., y Montgomery, H., 2003, The renin-angiotensin system and physical performance. *Biochemical Society Transactions* 31(6): 1286-1289.

Pennington, C. W., 1970, La carrera de bola entre los tarahumaras de México. Un problema de difusión. *América Indígena* Vol XXX, No. 1.

Peña Reyes M. E., Cardenas Barahona E. E., Lamadrid P. S., Del Olmo C. M., Malina R. M. 2009. Growth status of indigenous school children 6-14 years in the Tarahumara Sierra, Northern Mexico, in 1990 and 2007. *Ann Hum Biol* 36: 756–769.

Pintado-Cortina, A. P., 2008, Los hijos de *riosi* y *riablo*: Fiestas grandes y resistencia cultural en una comunidad tarahumara de la barranca. Tesis de Doctorado UNAM. México, 333 pp.

Rangel-Villalobos, H., Rivas, F., Sandoval, L., Ibarra, B., Garcia-Carvajal, Z.Y., Cantu J.M., Figuera, L.E., 2000. Genetic variation among four Mexican populations (Huichol, Purepecha, Tarahumara, and Mestizo) revealed by two VNTRs and four STRs. *Hum Biol* 72:983–995.

Rankinen T, Perusse L, Gagnon J, Chagnon YC, Leon AS, Skinner JS, Wilmore JH, Rao DC, and Bouchard C., 2000a, Angiotensin-converting enzyme ID polymorphism and trainability of the fitness phenotypes. the HERITAGE Family Study. *J. Appl. Physiol.* 88: 1029–1035.

Rankinen, T., Wolfarth, B., Simoneau, J. A., Maier-Lenz, D., Rauramaa, R., Rivera, M. A., Boulay, M. R., Chagnon, Y. C., Pérusse, L., Keul, J., y Bouchard, C., 2000b. No association between the angiotensin-converting enzyme ID polymorphism and elite endurance athlete status. *J Appl Physiol* 88: 1571–1575.

Rigat, B., Hubert, C., Alhenc-Gelas, F., Cambien, F., Corvol, P., y Soubrier, F. 1990, An insertion/deletion polymorphism in the angiotensin-1-converting enzyme gene accounting for half the variance of serum enzyme levels. *Journal of Clinical Investigation*, 86: 1343–1346.

Rodríguez-López, J., 1999, Las carreras rarámuri y su contexto: una propuesta de interpretación, *Alteridadaes*, 9(17): 127-146.

Rossi, G. P., Narkiewicz, K., Cesari, M., Winnicki, M., Bigda, J., Chrostowska, M., Szczech, R., Pawlowski, R., & Pessina, A. C., 1999, Genetic determinants of plasma ACE and rennin activity in young normotensive twins. *Journal of Hypertension*, 17: 647–655.

Robergs, R. A. and R. Landwehr 2002 The surprising history of the “HRmax=220-age” equation, *JEPonline*. 5(2):1-10

Sadoshima, J., Xu, Y., Slayer, H. S., y Izumo, S., 1993, Autocrine release of angiotensin II mediates stretch-induced hypertrophy of cardiac myocytes in vitro, *Cell* 75(5): 977-984.

Sariago-Rodriguez, J. L. 2000, *La cruzada indigenista en la Tarahumara*, Tesis de Doctorado en Ciencias Antropológicas UAM- Iztapalapa. 433 páginas.

Saucedo-Arteaga, G., Chávez-Villasana, A., y García-González, V., 2003, Salud y Nutrición en la Sierra Tarahumara, *Estudios de Antropología Biológica* XI: 343-364.

Selistre, L., De Souza, V., Cochat, P., Ferreira Antonello, I. C., Hadj-Aissa, A., Ranchin, B., Dolomanova, O., Varennes, A., Beyerle, F., Bacchetta, J., y Dubourg L., 2012. GFR Estimation in Adolescents and Young Adults *JASN* 23: 989-996.

Serrano, A L., Murgia, M., Pallafacchina, G., Calabria, E, Coniglio, P., Lomo, T, Schiaffino. S., 2001, Calcineurin controls nerve activity-dependent specification of slow skeletal muscle fibers but not muscle growth. *Proc Nat Acad Sci*, 98:13108–13113.

- Shatat, I. F., Abdallah, R., Sas, D.J., y Hailpern, S. m., 2012 Serum uric acid in US adolescents: distribution and relationship to demographic characteristics and cardiovascular risk factors, *Pediatric Research* 72: 95–100 doi:10.1038/pr.2012.47
- Slaughter M.H., Lohman T.G., Boileau R.A., Horswill C.A., Stillman R.J., van Loan M.D., Bemben D.A. (1988) Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youths. *Hum Biol*; 60: 709–72.
- Smith, K., 2012, From dividual and individual selves to porous subjects, *The Australian Journal Of Anthropology*, 23:50-64.
- Smyth, L.J., Duffy, S., Maxwell, A. P., y McNight A. J., 2014, Genetic, and epigenetic factors influencing Chronic Kidney disease, *Am J Renal Physiol* 307: F757-F776.
- Snyder, R.G., Dahlberg, A.A.; Snow, C.C.; Dahlberg, T. 1969, Trait analysis of the dentition of the Tarahumara Indians and Mestizos of the Sierra Madre Occidental, Mexico, *American Journal of Physical Anthropology* 31(1): 65-76.
- Stupnicki, R., (2012) Somatic Measurements and their use in establishing reference values, *Biomedical Human Kinetics*, 4:70-75.
- Strathern M., 1988, *The gender of the gift: Problems with women and problems with society in Melanesia*, Berkley University Press. Pp:422.
- Tatarini, P. A., Christin, L., Snitker, S., Paolisso, G., y Ravussin, E., 1998, Pima Indian Males Have Lower b-Adrenergic Sensitivity Than Caucasian Males, *J Clin Endocrinol Metab* 83: 1260–1263.
- Ulijaszek, S. and Komlos, J, 2010, Capítulo 12. From a History of Anthropometry to Anthropometric History Human Variation, En: *From the Laboratory to the Field*, Editado por C. G. Nicholas Mascie-Taylor, Akira Yasukouchi, and Stanley Ulijaszek CRC Press, PP: 183–197
- Valiñas, L., 2002, Reflexiones en torno a las lenguas guazapar y tarahumara coloniales, *An. Antrop.*, 36:249-282.
- Vincent, B., De Bock, K., Ramaekers, M., Van den Eede, E., Van Leemputte, M., Hespel, P., y Thomis, M. A. 2007, ACTN3 (R577X) genotype is associated with fiber type distribution. *Physiol Genomics* 32: 58–63.
- Vincent, B., Windelinckx, A., Nielens, H., Ramaekers, M., Leemputte, M.V., Hespel, P., y Thomis M. A., 2010, Protective role of a-actinin-3 in the response to an acute eccentric exercise bout *J Appl Physiol*; 109(2): 564-573.
- Wagner, R. 2010, *Coyote Anthropology*, Lincoln, Londres, University of Nebraska Press.
- Walsh S., Liu D., Metter E.J., Ferrucci L., Roth S.M., 2008 ACTN3 genotype is associated with muscle phenotypes in women across the adult age span. *J Appl Physiol* 105: 1486–1491.
- Wilmore J. H. y David L. Costill, D. L. 2007 *Fisiología del esfuerzo y del deporte*, 6ª Edición, 363 Págs. Paidotribo. España.
- Williams, A. G., Rayson, M. P., Jubb, M., World, M., Woods, D. R., Hayward, M. Martin, J. Humphries, S. E., y Montgomery, H. E. 2000, The ACE gene and muscle performance. *NATURE* 403: 614.

Woods, D.R., Humphries, S.E. y Montgomery, H.E. 2000, The *ACE I/D* Polymorphism and Human Physical Performance, *TEM* 11(10):416-420.

Woods, D. R., Pollard, A. J., Collier, D. J., Jamshidi, Y., Vassiliou, V., Hawe, E., Humphries, S.E. y Montgomery, H.E., 2002, Insertion/Deletion Polymorphism of the Angiotensin I-Converting Enzyme Gene and Arterial Oxygen Saturation at High Altitude. *Am J Respir Crit Care Med* 166:362–366.

Yang, N., MacArthur, D. G., Wolde, B., Onywera, V. O., Boit, M. K., Lau, S. Y. M., Wilson, R. H., Scott, R. A., Pitsiladis, Y. P., y North, K., 2007, The ACTN3 R577X Polymorphism in East and West African Athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 39(11):1985–1988.

Zempo, H., Tanabe, K., Murakami, H., Iemitsu, M., Maeda, S. y Kuno S., 2010, ACTN3 Polymorphism Affects Thigh Muscle Area. *Int J Sports Med*, 31(2): 138-142.

Zhao, B., Moochhalaa, S. M., Tham, S., Lu, J., Chia, M., Byrne, C., Hu, Q., y Lee, L. K. H. 2003, Relationship between angiotensin-converting enzyme ID polymorphism and VO₂max of Chinese males *Life Sciences* 73: 2625–2630.

XI. Anexos

Carta de invitación

Invitado(a), y padre(s) o responsable(s) en caso de ser menor de edad.

Por este medio les queremos extender una invitación para participar en el estudio “Genes, cultura y ambiente en la aptitud física de los rarámuri. Un estudio sobre fisiología del esfuerzo”.

¿Qué busca el estudio?

Dicho estudio tiene como fin conocer los efectos de la actividad física y algunas variantes genéticas (hereditarias) en las condiciones físicas y la salud de las poblaciones serranas, su historia biológica y la influencia de la variación genética en las características metabólicas y físicas de las personas, también queremos conocer qué respuesta tiene nuestro cuerpo al entrenamiento, relacionando algunas condicionantes biológicas (genéticas: que son aquellas que pasan de padres a hijos) y los hábitos de las personas (prácticas regulares).

Algunos estudios han propuesto que no todas las personas respondemos igual al ejercicio, de la misma manera también hay personas que son más propensas a desarrollar algunas enfermedades como diabetes, colesterol alto y otros padecimientos relacionados a estas condiciones, por ello queremos ver como responden los y las jóvenes que viven en la Sierra Tarahumara. Esto nos va a ayudar a comprender si hay factores heredados de padres a hijos que puedan afectar la respuesta al ejercicio, y si esto puede tener efectos favorables o desfavorables para su salud en un futuro.

Qué tipo de pruebas contiene el estudio y como son:

- 1) Por medio de algunas medidas corporales que se te tomarán con ropa cómoda y ligera como un short y una playera. Entre estas medidas se encuentra la estatura, el peso, panículos cutáneos, el perímetro de la cintura y del brazo entre otras medidas, que nos permitirá saber si tienen sobrepeso, y cuanto de su cuerpo es grasa y cuanto es músculo, también tomaremos su presión arterial y su frecuencia cardiaca.
- 2) Evaluaremos sus capacidades físicas por medio de una serie de pruebas físicas como correr, saltar, mover los brazos rápidamente, estirarse, y hacer abdominales por un periodo corto de tiempo como medio minuto. Estas pruebas nos permitirán saber que tan flexibles son, cuan fuertes y resistentes son y si su condición es buena o hay algo que necesiten mejorar. Estas pruebas están diseñadas para aplicarse a niños jóvenes y adultos, por lo que no representan mayor riesgo.
- 3) Como parte del estudio se les tomarán dos muestras de sangre, una al principio y otra al final. Se tomarán en la mañana antes de que desayunen, pues requieren 12 horas de ayuno, estas muestras son de 10 ml de sangre, esto es la cantidad de líquido que cabe en una cuchara con que tomas la sopa, con esta muestra vamos a determinar tus niveles de colesterol, glucosa y triglicéridos, que nos permiten saber si su cuerpo esta manejando bien las grasas y demás sustancias que nos sirven para obtener y almacenar energía. De dicha muestra se obtendrá el ADN que es la información que heredamos de nuestros padres y que en gran medida determina nuestras características físicas entre otras cosas y nos hacen diferentes unos de otros, y pueden hacer que seamos buenos para cierto tipo de deportes y para otros no, también influyen en nuestra capacidad para hacer ejercicio, entrenar y para transformar y usar los alimentos.

- 4) Algunas semanas después les vamos a aplicar unos cuestionarios, con preguntas que nos van a permitir saber que comen normalmente, que tipo de actividades hacen en su casa como barrer, también en la escuela, y en su tiempo libre como estar sentados viendo la Tele o haciendo deporte, y si van de un lugar a otro caminando o en coche.
- 5) Como la muestra está compuesta por jóvenes, entre las preguntas también queremos saber en qué parte del proceso de desarrollo se encuentran, por ello en el caso de las mujeres se les preguntaría la edad de la menarquia, pues, aunque tengamos la misma edad nuestro cuerpo madura diferente, unos se desarrollan antes que otros. Y en el caso de los hombres ellos indicarán con base en unas figuras, que tipo de desarrollo tienen. Pongo énfasis en el hecho de que ellos mismo proporcionarán esta información, nadie va a explorar ni determinar su condición sino ellos mismos.
- 6) Como parte de este estudio pueden formar parte de uno de dos grupos, pues un grupo va a hacer ejercicio tres días por semana, durante una hora aproximadamente durante seis semanas, para mejorar su condición física, y estar en forma. El otro grupo va a permanecer sin cambios en sus actividades, pero igualmente ambos grupos serán evaluados al principio y al final del estudio para conocer su condición física.

¿Cuántas veces se hacen las pruebas?

Las pruebas como la toma de sangre, las medidas corporales y las pruebas físicas se les aplicarán dos veces; una al principio del estudio, y otra al final, seis semanas después, esto nos permitirá ver cuánto han cambiado sus medidas, sus destrezas y el manejo de las sustancias en su cuerpo (metabolismo). Los cuestionarios y las preguntas de desarrollo, solamente se aplicarán una vez.

Seguramente te preguntas ¿qué tipo de riesgos pueden tener estas pruebas?

Durante el procedimiento para obtener la muestra de sangre de una vena del brazo, puede sentir alguna molestia o dolor ligero. En algunas personas se puede presentar un hematoma (moretón) que desaparecerá en algunos días.

Las medidas corporales no duelen, cuando midamos la grasa que tienes bajo la piel con un aparato especial solamente sentirás un poco de presión, pero no genera dolor alguno.

En las pruebas físicas puedes cansarte en una de ellas donde tendrás que correr o caminar durante 12 minutos, pero recuerda que el paso lo impones tu, no se te exigirá más de lo que puedas dar, queremos saber cuánto puedes soportar, no más de ello.

Qué tipo de beneficios tendrás del estudio:

Debes saber que no te podemos pagar, pues el estudio es de tipo voluntario. Los exámenes químicos y genéticos no tendrán ningún costo para ti, y los resultados te serán entregados y explicados, tendrás tus datos clínicos para que sepas cuál es tu condición, si encontramos algún dato riesgoso como el colesterol alto te lo haremos saber para que veas a tu médico y el decida que tipo de atención requieres. De los datos genéticos te diremos que tipo de características tienes, como parte de los resultados les explicaremos si estas variantes influyen y de que manera en sus características físicas y metabólicas.

De sus características y condición física les diremos si es buena o mala, y que partes podrían mejorar para mejorar su salud e incluso ser mejores deportistas o simplemente para realizar de manera adecuada sus labores cotidianas.

Manejo y cuidado de la información personal y de las muestras biológicas (sangre y ADN)

Queremos que sepan que **sus datos personales** y cualquier información que ustedes nos brinden **serán manejados con confidencialidad**, sus datos serán asignados a un número para que su nombre no aparezca en ninguna publicación y nadie fuera de este grupo de trabajo tendrá acceso a ellos. A menos que ustedes explícitamente quieran dárselos a alguien para hacer uso de ellos. Toda la información se almacenará en un lugar seguro, ajustándonos a los procedimientos internos y regulaciones gubernamentales para proteger la información personal y de laboratorio.

Las muestras de material biológico obtenidas en este proyecto formarán parte de un reservorio de muestras biológicas que podrán ser utilizadas en proyectos futuros de medicina genómica, incluyendo pero no limitándose a análisis de secuencias de genoma completo, exomas y microarreglos. Con el fin de hacer estudios sobre la historia biológica de las poblaciones humanas y conocer las relaciones que pueden guardar ciertos rasgos con algunos genes o incluso su genoma completo. De igual manera, la información generada de este proyecto podrá ser utilizada para el desarrollo de investigaciones futuras.

Estas muestras quedará a resguardo del investigador responsable del área de laboratorio de este proyecto que es el Dr. Samuel Canizales Quinteros en el Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN) pudiéndose analizar en ese mismo lugar o en otro de ser necesario, pero siempre bajo el resguardo de los investigadores que participamos en este estudio cuidando que no se haga un uso indebido de las muestras.

También queremos que sepan que tras haber aceptado participar en el estudio, como es voluntario, ustedes pueden abandonarlo en el momento que ustedes lo deseen, y no hay alguna obligación para permanecer en el mismo si usted así no lo desea y no habrá ninguna represalia por nuestra parte.

Número de individuo __/__/__/__/ (Para control interno)

Carta de consentimiento informado

Yo _____ declaro libre y voluntariamente que acepto participar en este estudio. Es de mi conocimiento que seré libre de retirarme de la presente investigación en el momento que lo desee. Confirmando que se me ha dado la oportunidad de hacer todas las preguntas que he deseado sobre el estudio y haber quedado satisfecho(a) con las respuestas y explicaciones que se me han proporcionado. Se me ha dado el tiempo suficiente para leer con cuidado la información, comentarla con otras personas y decidir si participo, o no, en este estudio. En caso de existir alguna duda sobre sus derechos, puede consultar al Comité de Ética en Investigación del INMEGEN (Tel. 53501900 Ext. 1157).

Esta Carta de Consentimiento se está firmando por duplicado y uno de los originales le será entregado al participante en el estudio.

Fecha __/__/2013

Firma del Participante _____

En caso de ser menor de edad firma del padre o responsable del menor

Firma del responsable, padre o tutor

Quiero pertenecer al grupo que va a entrenar durante seis semanas tres días por semana ()

Quiero pertenecer al grupo que no va a entrenar, y mantener mis hábitos sin modificar mientras dure el estudio ()

Nombre y Firma del testigo _____

Nombre y Firma del testigo _____

Nombre y Firma del Investigador M. en A. Javier Rivera Morales

Investigadores responsables: Dr. Luis Alberto Vargas Guadarrama, Dr. Samuel Canizales Quinteros y M. en A. Javier Rivera Morales.

Teléfono: 56229668 Correo electrónico: vargas.luisalberto@gmail.com

Nombre: _____ ID: _____

Escuela _____ Grupo: _____

Cuestionario de actividad física proyecto Sierra Tarahumara.

Por favor contesta de la manera más precisa que puedas las siguientes preguntas.

1 ¿Realizas alguna actividad en tu hogar antes de venir a la escuela como trapear, barrer o salir a correr?

No () Si () ¿Cuál o cuáles? (pon después de cada actividad cuanto tiempo le dedicas en minutos y entre el paréntesis en número de veces por semana)

_____ - ____ min. veces (), _____ - ____ min. veces (), _____ - ____ min. veces (),
_____ - ____ min. veces (), _____ - ____ min. veces (), _____ - ____ min. veces ()

2 ¿Que medio de transporte usas normalmente para venir a la escuela? Puedes marcar más de uno, pon en la línea cuanto tiempo empleas en cada uno, y pon entre el paréntesis el número de veces que lo usas por semana.

a) Caminando () ____ min. veces (), b) Bicicleta () ____ min. veces ()

c) Auto o troca () ____ min. veces () d) Camión () ____ min. veces ()

3 ¿Tiene clases de educación física en tu plantel? No () Si () ¿Cuántos días? ()

4 Que cosas haces normalmente en una de tus clases de educación física?

_____ - ____ min., _____ - ____ min., _____ - ____ min., _____ - ____ min.,
_____ - ____ min., _____ - ____ min. _____ - ____ min.

5 Normalmente tus clases las tomas sentado, ¿cuánto tiempo pasas sentado por día de clases en promedio?
_____ horas.

6 ¿Hay alguna clase que no sea la de educación física donde tengas que realizara actividades vigorosas o moderadas? No () Si () ¿Qué haces y cuanto tiempo?

_____, _____ minutos

7 ¿Qué medio usas regularmente para regresar a tu casa de la escuela?

a) Caminando () ____ min. veces (), b) Bicicleta () ____ min. veces ()

c) Auto o troca () ____ min. veces () d) Camión () ____ min. veces ()

8 ¿Por las tardes cuanto tiempo dedicas diariamente a estar sentado haciendo tu tarea y trabajos escribiendo o frente a la computadora? (No incluyas el tiempo que pasa en la computadora en tu tiempo libre) _____ horas

9 ¿En tu tiempo libre que actividades realizas por día marca más de una y dinos cuanto tiempo dedicas a cada actividad diariamente de **lunes a viernes**? Marca con una X en el paréntesis y dinos el tiempo que dedicas.

a) Jugar videojuegos, navegar o estar en la PC y ver TV () _____ horas _____ días por semana

b) Estar sentado platicando () _____ horas _____ días por semana

c) Andar caminando () _____ horas _____ días por semana

d) Andar en bicicleta () _____ horas _____ días por semana

e) Jugar una cascarita de algún deporte () _____ horas _____ días por semana

f) Jugar de forma regular y entrenar de forma regular un deporte () _____ horas _____ días por semana

10 ¿Ayudas en tu casa haciendo alguna labor, barrer, trapear, escarbar, partir y acarrear leña o agua?

No () Si () ¿Haciendo qué, cuánto tiempo y cuántos días por semana? _____ - ____ min. veces (),

_____ - ____ min. veces (), _____ - ____ min. veces (), _____ - ____ min., veces ()

11 ¿Qué actividades realizas los fines de semana, **sábado y domingo**?

a) Jugar videojuegos, navegar o estar en la PC y ver TV () _____ horas _____ días por semana

b) Estar sentado platicando () _____ horas _____ días por semana

c) Andar caminando () _____ horas _____ días por semana

d) Andar en bicicleta () _____ horas _____ días por semana

e) Jugar una cascarita de algún deporte () _____ horas _____ días por semana

f) Jugar de forma regular y entrenar de forma regular un deporte () _____ horas _____ días por semana

12 ¿Sí trabajas? Dinos cuántos días por semana lo haces _____ días, y que tipo de actividades haces, marca con una X en el paréntesis (puedes marcar más de una) y dinos cuanto tiempo realizas esa actividad en horas.

a) Estar sentado frente a una computadora o en un puesto de trabajo () _____ horas

b) Estar de pie frente a un mostrador () _____ horas

c) Cargando y moviendo objetos ligeros () _____ horas

d) Cargando y moviendo objetos pesados () _____ horas

13 ¿Trabajas en el campo sembrando o cuidando animales? NO () SI () haciendo qué? _____

_____ ¿Con qué frecuencia? _____ ¿Cuánto tiempo dedicas a ello? _____

14 Con respecto a los demás, tú te consideras una persona: Activa () Promedio () Sedentaria ()

15 Durante tu infancia; fuiste un(a) niño(a):

Muy activo y juguetón () Jugaba un poco () Prefería hacer cosas sentado ()

16 Cuando eras niño caminabas frecuentemente distancias largas (mayores a 5 km 40 minutos caminando)

NO () SI () que tan frecuentemente _____ Cuanto tiempo o distancia? _____

¿Actualmente realizas caminatas largas ocasionalmente?

NO () SI () que tan frecuentemente _____ Cuanto tiempo o distancia? _____

Alimentación.

¿Qué comes normalmente antes de venir a la escuela (desayuno)?

Bebida: _____

Alimentos: _____

¿Qué comes durante el receso?

Bebida: _____

Alimentos: _____

¿Habitualmente comes algo saliendo de la escuela y antes de la comida?

¿Qué? _____

_____ ¿Cuántos días por semana? _____

Normalmente ¿qué comes a la hora de la comida?:

Primer plato _____

Segundo plato: _____

Bebida: _____

¿Otro? _____

¿Consumes algún alimento o bebida entre la comida y la cena? _____

¿Con que frecuencia? _____

¿Habitualmente qué cenas? _____

¿Qué bebes durante la cena?: _____

¿Cómo consideras que es tu alimentación? Saludable () Poco saludable ()

¿Cómo consideras que es la cantidad de tus alimentos? Suficiente () Insuficiente ()

¿Cómo crees que es tu cuerpo?

Delgado () ni delgado, ni gordito () Un poco pasado de peso () Muy pasado de peso ()

¿Fumas? No () Si () ¿Qué tan frecuentemente? _____ ¿Cuántos cigarros? _____

¿Tomas bebidas alcohólicas? No () Si () ¿Qué tan frecuentemente? _____

¿Qué tipo de bebida? _____ ¿Cuántas copas, cervezas o güejas por ocasión? _____

Genealogía

R= raramuri

M= Mestizo

O= Otro

Abuelo Paterno

Abuela Paterna

Abuelo Materno

Abuela Materna

R M O _____

R M O _____

R M O _____

R M O _____

Padre R M O _____

Madre R M O _____

Ego H M.