



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

---

---

**POSGRADO EN ANTROPOLOGIA**

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLOGICAS**

**CAPACIDAD AEROBICA EN ADOLESCENTES**

**RARAMURIS Y MESTIZOS**

**T E S I S**

**QUE PARA OPTAR AL GRADO DE**

**MAESTRIA EN ANTROPOLOGIA**

**P R E S E N T A**

**A. F. JAVIER RIVERA MORALES**

**TUTOR DE TESIS**

**DR. LUIS ALBERTO VARGAS GUADARRAMA**

**CIUDAD DE MEXICO**

**SEPTIEMBRE 2011**





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 dedico

A mi esposa Solange, por su amor y apoyo, pero sobre todo por estar ahí

A mis padres y a mi tío Ricardo por su gran apoyo a lo largo de los años

A mis hermanos y hermanas por su fraternidad

## **Agradecimientos**

Esperando que en una lista se pudieran encontrar todas aquellas personas con quienes estoy agradecido por su apoyo en el desarrollo de este trabajo, quizás suceda que muy probablemente se me pueda escapar alguien, esperando que así no suceda comenzaré de acuerdo al protocolo por agradecer:

Al CONACYT por el apoyo a este proyecto por medio de la beca de maestría que de ellos recibí para la realización de este trabajo.

También con una gran importancia en el financiamiento y apoyo en diferentes campos debo agradecer a la Coordinación de Estudios de Posgrado de la UNAM.

Al IB de la UNAM por prestarme un espacio para la captura, análisis y escritura del trabajo.

Al personal del posgrado en antropología, como Vero y Luz, en especial a esta última por su apoyo en muchas de las actividades y trámites antes y durante el trabajo de campo.

Agradezco al Doctor Luis Vargas, su tutoría, pero sobre todo la manera en que ha hecho manejables y superables muchos de los obstáculos que surgieron en el camino, consiguiendo llevar todo a buen fin.

También quiero agradecer al Dr. Patrick Pasquet del CNRS, por su amistad, asesoría y apoyo en general al proyecto, pues ha jugado un papel muy importante y es parte fundamental de él desde los antecedentes del mismo.

Agradezco el apoyo del Dr. Canizales, y el de Victor Acuña, Celta y Paola (Alias :Vic, Cel y Pao para los cuates) por todo su apoyo durante este trabajo , pero sobre todo por su amistad.

Durante las últimas etapas debo agradecer a la Dra. Rosa María Ramos por su apoyo y comentarios a este documento.

Quiero agradecer a los diferentes personajes académicos que de una u otra manera me han ayudado:

A la Doctora Julieta Aréchiga por sus comentarios, y el préstamo de material para trabajar en el campo, junto con ella a Hamlet por sus comentarios y consejos.

Al Dr. Carlos Serrano, por el apoyo que ha dado a este proyecto de manera personal y desde el Instituto en sus diferentes formas.

A Martha por haberme abierto las puertas en el proyecto y por haber abierto muchas puertas muy importantes en la Sierra, y también por el equipo prestado por la UIA.

A Fuji, por sus comentarios y pistas de sobrevivencia en la Sierra.

A Jiapsy por su amistad y comentarios.

También quiero agradecer a todas las personas que me prestaron su apoyo en mi trabajo de campo, encontrando en esta relación de trabajo la posibilidad de crear una amistad.

Quiero agradecer a Carlos Vallejo y a Matiana García por su apoyo, hospitalidad, amistad, que junto con su familia fue para mí muy agradable mi estancia en la tarahumara, junto con las costillitas y los leoncitos.

Como no agradecer a Arturo García por su trabajo y apoyo en el campo, y por supuesto su guía en esas aventuras de tesgüino. Lo anterior no habría sido tampoco posible sin el trabajo y apoyo de Sabina su esposa, quien desde el campo de lo doméstico, nos brindó una gran ayuda, y que como en lo social y en la cotidianidad suele ser un trabajo valioso pero poco reconocido, encuentro en este lugar un buen medio para reconocer su trabajo labor y apoyo. De manera conjunta quiero agradecer a esta familia por su amistad, incluidos Arturo chico y Lupita con quien fue muy divertido jugar a la roña junto con sus compañeritos del internado en sus ratos libres.

También quiero agradecerle a Elva Moreno, por su amistad, el alojamiento, las ricas comidas y sus comentarios en la sierra.

Al hermano Lalo, a la hermana Raquel, y a la comunidad Marista de Norogachi, por toda su ayuda, apoyo y calidez.

Quiero agradecer su apoyo y permiso a Marcelina, Siriamé de Norogachi.

Mi más profundo agradecimiento a todos los jóvenes que participaron en el estudio y a sus familias, sin quienes este trabajo no existiría.

Otras personas e instituciones que fueron fundamentales son los encargados y el personal del bachillerato y del CEBETA de Guachochi, en especial debo agradecer al Profe Pablo por todo su apoyo. También al personal y autoridades de la secundaria y bachillerato de Norogachi, y el Director Jorge del albergue de Muracharachic.

También por su apoyo al personal de la Clínica San Carlos y del IMSS de Norogachi. Y al Hospital IMSS-Oportunidades de Guachochi.

Quiero agradecer a Eulogio y su familia por su hospitalidad.

A Lorena por sus fotos y los nopalitos.

A los jóvenes que aparte de su apoyo en este trabajo de investigación me ayudaron y dieron su amistad como Pedro Olivas, el buen Guillermo Olivas, Chava y Alberto, Carlos Jaime Vallejo y familia, Cuahutemoc y todo los demás a que no puedo nombrar por razones de espacio.

En el campo de lo familiar agradezco a mis padres hermanos y hermanas por su apoyo y fraternidad.

Por último y haciendo honor al proverbio que dice “que los últimos siempre serán los primeros”, y que en este caso se cumple por importancia, debo agradecer a mi esposa Solange, por su amor, apoyo y financiamiento de la fundación Sotuyo, que me apoyo en todo el proceso, y que en estas últimas etapas que fueron la escritura de la tesis me apoyó y financió, y sin cuya ayuda realmente este trabajo no hubiera alcanzado la luz. Y junto con ella debo agradecer a Cosette, quien salvo sus dos primeros meses de vida, toda su vida me ha acompañado.

## **RESUMEN**

El estudio abordó el fenómeno de la resistencia física de los rarámuris, poniendo atención en la capacidad aeróbica, tomando como indicador de la misma el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2^{\text{MÁX}}$ ). Se analizó el impacto de los patrones de actividad física y las características físicas de los sujetos, buscando diferencias que nos ayuden a comprender la resistencia física de los rarámuris.

**MATERIALES Y TÉCNICAS:** La muestra estuvo integrada por jóvenes de población abierta, con un número total de 56 adolescentes (29 mestizos y 27 rarámuris), con un promedio de edad  $16.4 \pm 1.84$  con un rango de 11.6 y 19.4 años. La información se colectó en escuelas y albergues de los poblados de Guachochi, Notogachi y Muracharachi en la Sierra Tarahumara del estado de Chihuahua, México. Se aplicó el test de Margaria para determinar el  $VO_2^{\text{MÁX}}$ , se aplicaron encuestas y cuestionarios sobre actividad (IPAQ) e indicadores sociodemográficos, se tomaron 27 medidas antropométricas para determinar el somatotipo y las condiciones de salud y nutrición de la muestra.

**RESULTADOS:** Se observaron diferencias significativas en la capacidad cardiorrespiratoria ( $VO_2^{\text{MÁX}}$ ) entre rarámuris y mestizos, con valores promedio más altos en los rarámuris ( $56.18 \text{ ml} \cdot \text{kg} \cdot \text{min}$  vs  $45.90 \text{ ml} \cdot \text{kg} \cdot \text{min}$ ). El IPAQ sugiere mayores niveles de actividad vigorosas en la escuela para los mestizos. Los rarámuris recorren grandes distancias de manera habitual a lo largo del año, de igual forma dedicaron varios días al año para participar en sus danzas, ambas actividades se correlacionaron positivamente con el  $VO_2^{\text{MÁX}}$ . Los rarámuris fueron más pequeños, ligeros, con caderas más estrechas y con extremidades más cortas.

**CONCLUSIONES:** fue posible observar diferencias en la capacidad aeróbica entre mestizos y rarámuris. Se observaron diferencias somáticas que parecen ventajosas para los rarámuris. El estilo de vida y los rasgos culturales de los rarámuris son importantes en el desarrollo de su condición física. Se requieren más estudios en el tema.

## **ABSTRACT**

This study explored the physical endurance of the rarámuri, taken VO<sup>2</sup>MAX as the index of aerobic capacity. The impact of patterns of physical activity and somatic differences in physical fitness were analyzed.

**MATERIALS AND METHODS:** The study was done with a sample of an open population of mestizo and rarámuri adolescents the samples were composed by 56 adolescents (29 mestizos and 27 raráuris) with mean age of  $16.4 \pm 1.84$  and range of 11.6 to 19.4 years. Study locations were; Guachochi, Norogachi, and Muracharachi, all of them part of "La Sierra Tarahumara" in Chihuahua, México. We used the Margaria test to evaluate VO<sup>2</sup>MAX. Socio-demographic and physical activity were collected by questionnaires. Anthropometric information was also taken.

**RESULTS:** Statistical differences was observed in the mean of the mestizo and rarámuri, the last one with the highest scores of VO<sup>2</sup>MAX (45.90 ml•kg•min vs 56.18 ml•kg•min). IPAQ suggested higher levels of physical activity in the school for mestizos. Rarámuris used to walk long distances and take part of traditional dancing all time year long. Both activities are correlated with VO<sup>2</sup>MAX. Somatic differences are present between samples, rarámuri people was more slender and small with shorter extremities.

**CONCLUSIONS:** Physiological and morphological differences between samples were found. Somatic differences played a positive roll in the development of the physical fitness in rarámuri populations. The lifestyle and cultural traits are also important. More studies are necessary.

## **Cuadro de contenido**

### **Introducción**

Los rarámuris.....	1
Planteamientos introductorias.....	3
Organización del trabajo.....	6

### **Capítulo I**

#### **Rarámuris, corredores y carreras**

La carrera de resistencia, y la resistencia rarámuri como un reto antropológico.....	9
Antecedentes generales de investigaciones en la región.....	14
Antecedentes sobre carreras y resistencia física.....	16
Nuestro problema: “la resistencia física rarámuri”.....	17
Los planteamientos de este proyecto.....	18
Hipótesis.....	19
Propósitos generales.....	19
Propósitos particulares.....	20
Pertinencia de esta investigación.....	20
Siendo concientes de nuestros prejuicios.....	21

### **Capítulo II**

#### **Marco teórico y conceptos generales**

Conceptos básicos para nuestra investigación.....	23
Aspectos fisiológicos del ejercicio y de la carrera de resistencia.....	24
Cambios crónicos ligados al ejercicio.....	28
Efecto de las fibras musculares, fisiología y efectos en el rendimiento físico.....	29
Perspectiva biocultural.....	31
La actividad física y la aptitud física como fenómenos bioculturales.....	37

## Capítulo III

### Materiales y técnicas

Diseño de la investigación.....	41
La muestra.....	41
Lugares donde se realizó el estudio.....	41
Las variables.....	42
Aspectos bioéticos.....	42
Técnicas para la recolección de la información.....	43

## Capítulo IV

### Resultados

Características sociodemográficas de la muestra.....	47
Características antropométricas de la muestra.....	60
<i>Salud y crecimiento físico</i> .....	60
<i>Análisis de las variables antropométricas</i> .....	63
<i>Estimación de la masa grasa y la masa magra</i> .....	67
<i>Tejido magro y graso en las extremidades</i> .....	69
<i>Somatotipología</i> .....	70
Capacidad aeróbica.....	72
<i>Comparación del VO<sup>2</sup>max entre mestizos y rarámuris</i> .....	73
<i>Diferencias en el VO<sup>2</sup>max por kilogramo de masa magra</i> .....	74
<i>Otros rasgos fisiológicos</i> .....	75
<i>Consumo de oxígeno para cada velocidad</i> .....	77
Actividad física.....	79
Capacidad cardiorrespiratoria y sus relaciones con las demás variables.....	83
Morfología y capacidad cardiorrespiratoria.....	85
Actividad física y capacidad cardiorrespiratoria.....	86

## **Capítulo V**

### **Discusión y conclusiones**

Discusión.....93

Conclusiones.....101

Observaciones y retos para el futuro.....101

Consideraciones finales.....102

Nuestras aportaciones.....104

**Referencias Bibliográficas.....107**

**Anexos.....115**

## INTRODUCCIÓN

### Los rarámuris

Rarámuri es el nombre con el que se denominan los rarámuris a si mismos, y es el término base sobre el que se genera la palabra “tarahumara”, misma que viene a ser una deformación por parte de los españoles, quienes no podían entender y pronunciar la palabra rarámuri, misma que denota según algunos autores (Velasco, 2006) el término “pies ligeros” o “pie corredor”, o como comentan otros autores (Rodríguez-López, 1999; Acuña, 2007) consideran que es la manera de denominarse como gente y les permite diferenciarse de los extraños y de los *chabochis* (“con telarañas en la cara” como denominaron a los hombres blancos y barbados).

Los rarámuris junto con los guarijios, pimas, tepehuanos, y de manera muy próxima con los pápagos, mayos, ópatas, yaquis, coras y huicholes componen el grupo sonoreño hablando en términos etnográficos. En términos lingüísticos los rarámuris pertenecen al tronco uto-azteca, que establece influencias culturales de los grupos shoshoneanos de las praderas norteamericanas y los grupos nahuatlano de la antigua mesoamérica (Krickeberg, 1974 citado en Rodríguez-López, 1999).

El grupo rarámuri se asienta principalmente en la zona serrana en el suroeste del Estado de Chihuahua, región que obtiene su nombre por este grupo y se denomina como “Sierra Tarahumara”, compuesta por montañas, valles, cañones y mesetas que oscilan entre los 3000 y los 300 m.s.n.m. y cubren un espacio de 60,000 km<sup>2</sup>. Dicha región se subdivide en dos regiones principales, la “alta” y la “baja” tarahumara. El primer entorno geográfico (“sierra” o “alta tarahumara”) es un entorno alto y está compuesto por montañas, valles y mesetas, es frío casi todo el año y en invierno las temperaturas pueden llegar a los -20°, mientras que en el verano que es la época más cálida del año las temperaturas pueden alcanzar temperaturas sobre los 30° C. Por otra parte en el otro entorno geográfico denominado como “la barranca” o “baja tarahumara” el clima es más templado y húmedo, siendo muy cálido en casi todo el año, lo que permite el cultivo de cítricos y caña de azúcar (Acuña, 2007). Se puede hablar de algunas diferencias entre la “alta” y la “baja” tarahumara, que suelen observarse en la vestimenta, costumbres, algunos alimentos e incluso en la

lengua, que en términos prácticos podríamos decir que estas diferencias solamente los distinguen, pero no los separan.

Según algunos autores (Velasco, 2006) los rarámuris habitaban la zona de valles fértiles y las llanuras próxima a la Sierra Madre Occidental de lo que hoy es el Estado de Chihuahua, pero a la llegada de los españoles en el siglo XVII, fueron desplazados, y migraron a la sierra como una medida de resistencia y sobrevivencia, pues los grupos (entre ellos algunas poblaciones rarámuris) que se opusieron a los conquistadores fueron exterminados. Así los rarámuris huyeron a los sitios más lejanos e inhóspitos de la sierra, tomando de los conquistadores el ganado como el chivo, el borrego, la res y el burro, junto con tecnologías como el arado y el hacha de los invasores y manteniendo el cultivo de maíz, frijol y la calabaza que les eran propios y que hasta hoy en día sostienen su alimentación (Rodríguez-López, 1999; Acuña, 2007), asentándose y creando lo que Bennett y Zingg (1935) denominaron como el complejo maíz-ganado<sup>1</sup>.

Los rarámuris habitan la región en pequeños caseríos o rancherías dispersas por todo el territorio dadas las características del terreno y la dispersión de las tierras cultivables donde realizan su vida. Las mujeres se ocupan de las labores domésticas y el trabajo en el campo, los hombres de las reparaciones y construcciones domésticas, así como el trabajo en el campo, finalmente los niños y niñas ayudan en el hogar y se dedican principalmente al pastoreo de sus animales. Desde sus “ranchos” los rarámuris católicos bautizados o *pagótuame*<sup>2</sup> solo se reúnen los fines de semana para asistir a misa y después escuchar el sermón (*nawésari*) o plática del gobernador tradicional (*siríame*). Durante los periodos de fiestas y trabajo se reúnen en las tesgüinadas, donde conviven y se realiza la mayor parte de su vida social fuera del núcleo familiar. Cuentan con un amplio calendario festivo, que en general está ligado a las estaciones y al calendario agrícola, donde destacan las celebraciones de “semana santa” y las cosechas en finales del verano y durante el otoño en donde se realizan sus festividades más vistosas y algunas de sus danzas más llamativas. Entre sus festividades y junto con ellas, durante el espacio que hay entre la siembra y la cosecha en el

---

<sup>1</sup> El complejo maíz ganado supone el uso del ganado como una fuente de abono que enriquece y nutre los pobres suelos de la sierra, mismos que permiten sostener el cultivo del maíz, otorgando una importancia al ganado, expresa en la prohibición de su consumo regular, pues su importancia radica en su capacidad para fertilizar el suelo y no como fuente alimenticia directa, y que es protegido por el sistema simbólico del grupo restringiendo su consumo solamente a un contexto ritual.

<sup>2</sup> Término que denomina a los rarámuris bautizados diferentes de los cimarrones o gentiles que no tiene contacto con la religión católica.

verano, se presenta el mejor momento para realizar sus tradicionales y muy esperadas carreras de bola y *ariweta*.

Finalmente cabe mencionar que ante nuestra visión occidental, el ambiente y el espacio de la Sierra Tarahumara nos aparece como extraño y hostil, y las condiciones del ambiente físico en las que se desarrolla este grupo se nos manifiestan como duras, características que pueden hacernos pensar que en lo rudo del ambiente se encuentra la fuente de su resistencia. Pero probablemente esto sea un equívoco, pues dicho ambiente es el espacio en el que se desarrollan, y en él mejor que en cualquier otro contexto saben vivir, probablemente la mejor explicación tendrá que ver con la manera en que ellos se relacionan con el mismo. Las prácticas culturales y sociales juegan un papel fundamental y dirigen en gran parte el sentido de muchas de las fuerzas evolutivas que actúan sobre su biología, y de manera conjunta modelan los patrones de actividad generando quizás el mejor campo explicativo para su resistencia.



Fotografía 1. Mujeres rarámuris.

### **Planteamientos introductorios**

Esta investigación se enfoca a la mejor comprensión de la resistencia física entre los rarámuri desde la perspectiva biocultural. Se procura integrar los componentes biológicos con los ambientales. Entre los primeros se encuentran la estructura y el funcionamiento del cuerpo, resultante de la interacción de la dotación genética del grupo y cada uno de sus integrantes, modificados por las presiones selectivas resultantes de los componentes ambientales, entre

los que destacan la alimentación, la actividad física, el ambiente geográfico y otros, entre los que ocupa lugar importante la cultura, reguladora de las interacciones entre los humanos y su ambiente (Lévi Strauss, Cap. 1, 1986). Por lo tanto procuramos hacer uso de los conceptos y técnicas desarrollados por el conjunto de las ciencias antropológicas.

El no enfocar a la resistencia física bajo esta perspectiva derivaría en una perspectiva fraccionada y desequilibrada, que no permitirá comprender la magnitud y complejidad del fenómeno, y las explicaciones serían siempre limitadas

La resistencia física de los rarámuri, expresada de manera notable por medio de sus carreras de resistencia ha llamado la atención del público general y de los científicos. Representan una actividad poco usual en nuestros tiempos y ha sido estudiada fundamentalmente por la Etnología y algunos campos de la Biología. Para entenderla en su contexto evolutivo, debemos recordar que correr grandes distancias, aunque a velocidad moderada, ha sido uno de los rasgos adaptativos propios de nuestra especie. Resulta de la modificación de una serie de características anatómicas y fisiológicas que condujeron al adecuado control de la temperatura corporal y evitan el calentamiento excesivo durante la actividad física intensa. Esto ocurre en contraste con otros mamíferos adaptados para correr a mayores velocidades, pero cuya actividad locomotora les lleva a elevar su temperatura corporal, hasta el momento que les impide seguir corriendo y deben detenerse para reposar, jadear y enfriar su cuerpo. Es por esta razón que algunos grupos humanos –entre ellos los rarámuri– son capaces de cazar en grupo, persiguiendo a animales tan veloces como un venado, hasta que lo agotan por hipertermia, mientras los cazadores se mantienen en condiciones térmicas adecuadas. Junto con esta forma de cacería, también destacan las carreras de *rarajípari* y *rowea* donde los corredores rarámuris recorren cientos de kilómetros durante uno o varios días.

La mayor parte de nuestra especie ha sustituido la necesidad de correr grandes distancias durante largo tiempo, gracias a las aportaciones de la cultura y su tecnología. Son pocos los pueblos que mantienen esta capacidad, de ahí que sea una actividad llamativa. Es sorprendente que el maratón sea la prueba olímpica donde se corren 42.195 kilómetros, distancia que la cultura occidental estima como extrema, aunque los rarámuri sean capaces de hacerlo en distancias mucho mayores y sin una aparente preparación o entrenamiento.

Este trabajo pretende avanzar sobre las líneas previamente planteadas en los trabajos pioneros en este campo<sup>3</sup>, así como profundizar en el trabajo previo que plantearon Pasquet y colaboradores (2005) sobre la temática de la resistencia física en niños que fue realizada en años anteriores en la misma región, para finalmente producir nuevas, y un tanto distintas observaciones y consideraciones sobre tal fenómeno.

Concientes de la magnitud y dificultades propias del análisis de la resistencia física como un fenómeno antropológico, hemos decidido abordarlo por partes: a) evaluar la capacidad aeróbica de los jóvenes rarámuris tomando como referente o medio de contraste a un grupo de jóvenes mestizos que comparte el ambiente físico con ellos en la Sierra Tarahumara; b) buscando contrastar algunos aspectos biológicos y ambientales, donde el contexto social y cultural juegan un papel fundamental; c) Además hemos recopilado material genético y sobre la economía de la carrera en la población general y en población especializada (corredores), para tener más luz y claridad respecto al fenómeno a tratar en una segunda parte de este proyecto.

Delimitando las relaciones que queremos tratar en este trabajo, decidimos analizar el entorno ambiental por medio de un indicador: la actividad física habitual. Consideramos influye de manera muy importante en el desarrollo de la capacidad aeróbica, que como veremos en el apartado del marco teórico es un fenómeno igualmente influido por aspectos biológicos y culturales en términos complejos.

También consideramos que en la construcción de los hábitos de actividad, el papel que la cultura juega es fundamental para la modelación de los niveles de actividad, y que resulta en un gran margen de variación intergrupar, misma que probablemente sea una de las mejores fuentes explicativas para las diferencias ínter poblacionales del desempeño físico que se han planteado en trabajos previos sobre corredores de distancia (Saltin *et al.* 1999; Scott y Pitsidalis, 2005).

Partiendo de lo anterior, al considerar los últimos estudios y propuestas científicas en el ramo de la carrera de resistencia en humanos, aparecen como referentes importantes dos elementos para explicar el éxito y los mejores desempeños. Uno de ellos es la capacidad aeróbica (tema central de este trabajo), que es el medio fisiológico que permite la producción de energía en la que se sustenta el movimiento muscular que se requiere para pruebas

---

<sup>3</sup> Los trabajos de Balke y Show del 1965 y el trabajo de Groom de 1971.

prolongadas. El otro aspecto de trascendencia es la economía al correr, que sustenta la eficiencia de movimiento que permite una optimización de la energía que facilita y mejora el rendimiento de los corredores de grandes distancias. Aunque estos dos mecanismos no son los únicos, dado que hay otros altamente influidos por el ambiente cultural como la motivación y reconocimiento social, la alimentación, la tolerancia al esfuerzo y las características de la crianza, en esta investigación concentramos la atención en los indicadores más generales y cuantificables. Así en primera instancia procuraremos determinar si hay diferencias en la capacidad y eficiencia física, para posteriormente, si vale la pena, buscar su explicación, aunque en este trabajo se aprovechó para evaluar el impacto del ambiente por medio de la actividad física.

Considerando lo antes expuesto, decidimos articular este trabajo para dar respuesta a dos incógnitas, una de ellas tiene que ver con la búsqueda de diferencias observables en la aptitud física y las características somáticas de la población rarámuri, y la segunda tiene que ver con la estimación del papel que puede estar jugando la forma de vida expresa en los niveles de actividad física y en las características corporales de los rarámuris sobre su desempeño físico y capacidad aeróbica.

### **Organización del trabajo.**

La organización del texto consiste en cinco capítulos que se organizan de la siguiente manera.

El primer apartado del capítulo I, se presenta el papel que juega el estudio de la carrera de resistencia y de la aptitud física en la Antropología y en este grupo, siguiendo estos apartados se plantean los antecedentes más importantes para la región en general y para este trabajo. Posteriormente se enuncia el problema central de esta investigación y los elementos ligados a su solución, como hipótesis y objetivos, que son seguidos por una justificación muy concreta, pues a lo largo del trabajo se manifiesta la trascendencia del tema a tratar. Finalmente cerramos con una breve exposición sobre los prejuicios inherentes a nuestra línea de pensamiento como individuos occidentales o miembros de una sociedad industrializada.

En nuestro capítulo II se exponen los conceptos generales en los que se sustenta este trabajo, tales como la aptitud física, capacidad aeróbica, y actividad física, para finalmente cerrar el capítulo con la explicación de nuestra perspectiva, que considerando los elementos

que pueden influir sobre la aptitud física, tienen que ser planteados desde un enfoque biocultural. Al final de este capítulo se conceptualizan la aptitud física, la actividad física y la morfología de los sujetos como fenómenos bioculturales, mencionando algunos de los aspectos enmarcados dentro de las nociones de biología y de cultura que en ellos intervienen.

El capítulo III expresa las características de los materiales y técnicas aplicadas en el trabajo, explicando el como, cuando y donde se realizó, también se describe la muestra y sus características, y se exponen los elementos éticos considerados en el trato con las personas.

En este mismo capítulo se exponen de manera concisa las técnicas utilizadas y el equipo usado, remitiendo de manera regular a las referencias que explican de manera mas detallada la aplicación puntual de las técnicas.

En el capítulo IV de este trabajo se presentan y comentan los resultados obtenidos. En el caso de algunos datos se explica más profundamente su obtención, manejo y significado.

La organización de los resultados parte de una descripción de la muestra por medio de los datos sociodemográficos obtenidos, seguido de una estimación de las condiciones de salud por medio de los indicadores de crecimiento. Posteriormente se exponen las características físicas de los sujetos por medio de una serie de medidas antropométricas que dan un referente cuantitativo y manejable estadísticamente de la magnitud de las diferencias entre las muestras. Dentro de las consideraciones somáticas de las muestras se hace un breve análisis de los somatotipos de los sujetos buscando identificar algún margen de diferencias cualitativas sobre la forma y dimensiones corporales de manera general.

Tras el manejo de los datos somáticos se exponen los resultados sobre la capacidad aeróbica, que constituyen uno de los elementos más importantes de esta investigación, que son acompañados de otros datos fisiológicos que se exponen en ese mismo apartado.

Como última parte descriptiva y comparativa de los resultados se describen los niveles y las características de la actividad física que son comparadas y explicados a partir de nuestras observaciones cuantitativas y cualitativas en el campo.

Ya para concluir el apartado de los resultados se comparan y buscan asociaciones entre las variables consideradas buscando determinar el peso de las mismas en el desarrollo de la capacidad aeróbica y el desarrollo de la prueba submáxima desarrollada.

Finalmente en el capítulo V de esta tesis se presentan las discusiones donde se analizan los resultados de cara a nuestras preguntas y otros trabajos relacionados con el tema, donde se buscó ponderar los alcances y límites de nuestros resultados.

## Capítulo I

### Rarámuris, corredores y carreras

#### La carrera de resistencia, y la resistencia rarámuri como un reto antropológico

Al interior de la Antropología y otras disciplinas afines se ha incorporado la problemática de la carrera de resistencia en nuestra especie, y se ha desarrollado como un campo muy fecundo de investigación, pues a pesar de que en un principio la capacidad para correr de nuestra especie fue notablemente desestimada al considerar que no somos corredores tan veloces como otros animales (Alexander, 1980), trabajos como el de Carrier (1984) consiguieron rescatar la trascendencia y la importancia de la carrera de resistencia para nuestra especie. Este autor consiguió sustentar con datos y pruebas, el hecho de que a pesar de que *Homo sapiens* no puede alcanzar una velocidad considerablemente alta comparado con otros corredores como el guepardo, ni sostener una carrera de velocidad por mucho tiempo, corre a una baja velocidad durante largos periodos de tiempo y recorre grandes distancias. Esta situación permitió pensar al autor que este rasgo pudo haber estado sujeto a la selección natural y por lo tanto haber jugado un papel importante en nuestro pasado.

Finalmente este rasgo llamó la atención, e hizo visibles algunas adaptaciones de la morfología de nuestras extremidades, la existencia de tendones y la relación biomecánica de muchos segmentos de nuestro cuerpo, que junto con algunas exaptaciones<sup>4</sup> como la sudoración y algunas ventajas respiratorias ligadas a la marcha bípeda nos ubican como unos de los mejores corredores de distancia del planeta.

Con base en lo anterior se plantea una nueva problemática y el trabajo de Carrier (1984) se vuelve el fundamento más importante para la hipótesis “de la carrera de resistencia” (ERH- endurance running hypothesis), donde gran parte de los rasgos morfológicos postcraneales de nuestra especie y de algunos ancestros pueden ser mejor explicados como adaptaciones, cuando el eje de análisis es la carrera y no solo la marcha (Bramble *et al.*, 2004). Así, según los autores que apoyan la hipótesis del corredor o carrera

---

<sup>4</sup> Se entiende como **exaptación** a aquella estructura de un organismo que evoluciona originalmente como un rasgo que provee adaptación a unas determinadas condiciones o que no es adaptativo en un determinado momento, y una vez consolidado comienza a ser utilizado y perfeccionado en pos de una nueva finalidad, que en ocasiones no está relacionada en absoluto con su "propósito" original. (Concepto planteado por Gould y Vrba 1982)

de resistencia, consideran que este rasgo otorgó grandes ventajas para la cacería de grandes mamíferos, que junto con otros rasgos tecnológicos y sociales ofrecieron una forma de acceso a algunos alimentos con alta densidad energética como las carnes y grasas animales, que dieron cierta seguridad alimentaria a nuestros ancestros. Por lo que es posible plantear que la carrera de resistencia ha jugado un papel importante en la supervivencia de nuestra especie y otros miembros de nuestro género (Bramble *et al.*, 2004).

Los planteamientos y propuestas anteriores tienden a tomar importancia o valor cuando se consigue rastrear algunos rasgos relacionados con la carrera de resistencia desde periodos tempranos del género *Homo* (alrededor de 1.8 millones de años), encontrándose evidencias desde *Homo ergaster* o *erectus*<sup>5</sup>. Lo anterior permite sostener que en los estadíos más recientes del género *Homo* la capacidad para correr ha jugado un papel importante (Bramble *et al.*, 2004; Lieberman *et al.*, 2007).

Los planteamientos previos expresan la importancia del estudio de la carrera de resistencia desde una perspectiva evolutiva del género y de la especie para la Antropología. Pero para una perspectiva biológica de las poblaciones humanas, el hecho más interesante es la observación donde se propone que hay algunos grupos humanos que corren de mejor manera que otros (Scott y Pitsiladis, 2006). Estas diferencias en el desempeño olímpico y profesional han dado lugar a ciertas hipótesis, donde algunos investigadores consideran la posibilidad de encontrar diferencias en la aptitud física y en la eficiencia para correr en algunos grupos humanos (Saltin y colaboradores (1995).

Así este tema aparece como fundamental para la Antropología física, en donde más allá de las implicaciones evolutivas, se presenta la posibilidad de explorar la variedad (de existir diferencias entre poblaciones) y variación (al interior de las poblaciones) de un rasgo como la capacidad aeróbica en las poblaciones humanas y su relación con la capacidad para correr. De manera conjunta resulta importante estudiar las relaciones que pueden darse entre la carrera de resistencia y la forma de vida del grupo considerando el impacto de su cultura.

Lo anterior pone de manifiesto la importancia de esta problemática en la perspectiva biológica de la Antropología, pero de igual manera, en una labor conjunta que apela a la perspectiva integral de la Antropología, y más aún, considerando la fuerte influencia de la tradición “boasiana” en México, resulta necesario integrar la problemática sobre algunos

---

<sup>5</sup> Dentro de África o fuera de ella según sea el caso

elementos que se entienden como sociales y culturales que influyen de manera importante sobre los rasgos arriba descritos, mismos que se puede integrar en un análisis interpretativo de la carrera y su impacto en la forma de vida de estos grupos, así como el impacto de la cultura y sus expresiones sobre la carrera.

La carrera de resistencia más allá de tener solamente un valor biológico y ecológico, dentro de la esfera humana también adquiere un valor social y cultural, por ejemplo en nuestras sociedades tiene un sentido deportivo que produce estatus para los deportistas, y que también es explotado dentro del sistema de consumo<sup>6</sup>. Además, en muchos casos se convierte en un vehículo de la expresión de algunos niveles de identidad en espacios internacionales (como la identidad nacional en los cuadros de medallas). Por otra parte en sociedades como la de los rarámuris las carreras tradicionales de resistencia juegan un papel igual o más importante, que le asignan el carácter de ser un “hecho social total” como plantearía Mauss, pues en estas competencias, al igual que en los rituales previos, hay una acción conjunta y muy fuerte de las diversas instituciones sociales, dando lugar a un espacio en donde la hechicería y la solidaridad del grupo juegan un papel importante en la definición y características de la prueba, hecho que se aprecia en las descripciones y explicaciones de Irigoyen-Rascón y Palma-Batista (1985), Rodríguez- López (1999) y Acuña (2003 y 2005).

En un contexto sociológico y ecológico, podemos pensar que la vida social de los rarámuri juega un papel muy importante en la práctica de la carrera de resistencia, donde las carreras de bola y *ariweta* son un espacio rico en interacciones, que favorece la convivencia y el intercambio en sus diversas formas.

Cabe señalar que la vida social rarámuri es muy rica y la distancia física entre comunidades que en apariencia pensaríamos generaría una distancia social, muestra un comportamiento completamente opuesto, y la lógica que articula la sociedad rarámuri aparece como muy distinta a la nuestra, pues a pesar de que en nuestra sociedad hay un frecuente contacto entre sujetos, de la totalidad de los contactos pocos realmente alcanzan algún grado de profundidad social y emotiva. En cambio, en las comunidades rarámuris la distancia más que alejar, acerca a las personas, pues la distancia entre casas no es un impedimento, sino que en muchas ocasiones un buen motivo para realizar una larga caminata

---

<sup>6</sup> Ofreciendo un espacio para el sistema de mercado donde los aditamentos y otros productos pueden ser comercializados por medio del impulso que ofrecen los deportistas de elite por medio de la publicidad.

para ver a un pariente o amigo y con una güeja de *tesgüino*, platicar, intercambiar impresiones, cigarros y en muchos casos incluso “albures”. Por lo que podemos entender que la vida social rarámuri se nos presenta como fuerte y profunda. Y el papel motivacional que ofrece a los corredores suele ser muy importante ofreciendo un espacio para el intercambio antagónico entre corredores, que reditúa en grandes ganancias de prestigio y respeto.

Pero esta vida social es tan rica, que en la cotidianidad se manifiesta en diversas formas de intercambio como en el caso del *kórima* (obligación de compartir) donde hay grandes redes de intercambio generalizado, y se observa que muchas veces se da más de lo que se recibe, como ocurre también cuando se hace una visita a un pariente, o durante cualquier ceremonia (*yúmari*, *nútema*, etc.). Pero el espacio de la competencia también tiene un espacio muy importante en su vida, como el hecho de intercambiar “*güejas de tesgüino*” o sus juegos tradicionales donde ponen en evidencia que en la sociedad rarámuri también hay un amplio espacio para intercambiar por medio de la competencia, y siempre habrá una disponibilidad para intercambiar, pues el compartir una prueba o competencia son elementos normales y apreciados en su vida.

En otros espacios también se da un gran margen de intercambios negativos, muchos de ellos con los *chabochis* (extranjeros) donde el regateo es muy común. Ahí el intercambio busca obtener la mayor ventaja y no se establece ninguna deuda con un sentido positivo, pues el pensamiento economista que es tan regular y políticamente rentable en nuestra sociedad, produce un efecto negativo en la significación y a la forma del intercambio acostumbrada por el rarámuri. Esto produce una pauta de relaciones sociales, donde generalmente la relación de intercambio se dará en los mismos términos mercantiles de dar lo menos posible, y buscar recibir más de lo que se da. Un ejemplo es la cita del rarámuri Albino Mares Trías:

*“Cuando un tarahumara necesita un buey o un burro, no le cobre dinero. Pero si un mestizo quiere usar burro, cobrale lo que quiera y no se preocupe por cobrar mucho. Ellos nos cobran mucho cuando nos rentan algo. Pero entre los tarahumaras, no hay que hacer esto. Tenga cuidado de no cobrarle mucho. Somos tarahumaras. Siendo tarahumara convidamos la comida unos a otros. Hay que respetar a los compañeros tarahumaras.*

*Cúidense unos con otros. Somos hijos del único dios. Así es como dicen los ancianos.*”(Mares-Trías A. página 31, 1999).

Otro espacio que muestra un intercambio que va de una forma equilibrada a negativa y de tipo antagónico son las *apuestas*, que se dan en muchos espacios pero especialmente en los juegos, entre los que destacan de manera notable las carreras. Generalmente intervienen muchos sujetos y llegan a incluir comunidades enteras. En dicha forma de intercambio, en primera instancia se establece que la magnitud del intercambio es equilibrada, y se busca que las apuestas sean equiparables. Pero la forma explícita del intercambio se da en términos de ganarlo o perderlo todo, buscando sacar el mayor beneficio, por lo que este tipo de intercambio adquiere el carácter negativo, situación que en muchos casos resulta en disputas. El efecto social se expresa en la posibilidad de devolver la situación en otra ocasión, y esta será por medio de la revancha que establece el continuo del intercambio y le da un carácter antagónico, y que en todo caso reditúa en prestigio para las comunidades.

Un espacio privilegiado para las últimas situaciones son sus competencias de *rarájpari* (carrera de bola) y *rowea* (de *ariweta*). Por otra parte estos deportes<sup>7</sup> tienen un espacio muy importante en su sociedad, presentándose como los juegos más comunes y populares de los niños y niñas, cuya importancia social facilita que en cuanto se aprenda a caminar el siguiente paso sea correr, por lo que más allá de “correr para vivir” (Acuña, 2003), el correr es parte sustantiva de su vida, dejándonos ver que el papel de la cultura en el desarrollo de la resistencia física de este grupo es muy importante y necesaria para poder comprenderla.

Así también para las ramas sociales de la Antropología, resulta importante conocer cómo los esquemas perceptivos (*habitus*<sup>8</sup>) de este grupo, (los *rarámuri*) incorporan y presentan (en el sentido de representación) el esfuerzo físico y las sensaciones producidas, para ser interpretadas y significadas dentro de su universo simbólico, donde en la vida *rarámuri* contrariamente a nuestros *habitus* “de sociedad industrial”, las carreras, las danzas y las largas caminatas son actividades regulares que generan la *dóxa* para su tolerancia; donde el esfuerzo y la resistencia es algo natural y adquieren una significación positiva.

---

<sup>7</sup> En tanto hay una reglamentación y un entorno competitivo de la actividad física.

<sup>8</sup> Concepto planteado por Pierre Bourdieu (1991) Véase “*habitus*” en marco teórico, página 31.

### **Antecedentes generales de investigaciones en la región**

Los rarámuris son un grupo que ha sido estudiado desde diferentes perspectivas y hace bastante tiempo. De la abundante producción presentaremos algunos de los trabajos más representativos que se han hecho sobre la región.

En los primeros estudios sobre este grupo, la principal temática fue y aún hoy en día sigue siendo la antropológica. Conjuntamente con estos estudios hay otro tipo que se ha desarrollado en ocasiones de manera conjunta, y en otras de manera paralela, donde se abordan temas y problemas de salud pública. Cabe resaltar que dicha producción científica ha producido un número abundante de trabajos desde principios del siglo pasado y lo que va del presente.

Empezando por su antigüedad e importancia, debemos mencionar los trabajos arqueológicos y antropológicos de Lumholtz (1902) que sientan los principales y más antiguos antecedentes científicos en la región. También se puede citar desde la Antropología física el trabajo de Hrdlička (1908) donde se presentan los primeros datos somáticos y fisiológicos de este grupo y de otros grupos de la región. Posteriormente en una línea similar Basauri (1929) realizó estudios en la región que también podrían incluirse dentro del campo médico y etnográfico a la vez.

Para la Antropología social se pueden citar grandes y abundantes monografías como las de Bennett y Zingg (1935), y Pennington (1963), cuyos trabajos son muy extensos y detallados, ofreciendo el referente obligado y más conocido para el grupo junto con el trabajo pionero de Lumholtz (1902).

En los trabajos descriptivos de la Antropología física podemos citar el estudio de Antropología dental realizado por Snyder *et al.* (1969) y el trabajo de Drusini y Tommasco (1981) que generan datos descriptivos para este grupo. En el campo de la fisiología y la temática de la resistencia física los trabajos más antiguos y que retomaremos más adelante son el de Balke y Snow (1965) y el de Groom (1971).

Mientras que recientemente en Antropología social hay diversos trabajos que incluyen a numerosos autores, pero dentro de los más importantes podemos citar los de Velasco (1987), Bonfiglioli (1995), Sariego (2002). Los dos primeros abordan su cosmovisión, pero sobre todo sus particulares danzas, mientras que el último se ha involucrado más en su forma de vida y relaciones con otros grupos. Finalmente también

existen otros trabajos más recientes de tipo etnográfico y con diversas temáticas como los de Acuña (2003, 2005 y 2007).

Desde la epidemiología y la salud pública uno de los autores más productivos es Monarréz (2000,2000 ,2001), quien ha abordado la temática de la nutrición y el crecimiento en diferentes espacios de la vida de este grupo. También hay otros trabajos de distintos investigadores sobre esta línea como González (1999), o Saucedo (2000), donde de manera general se describen las condiciones de vida y salud de este grupo que de manera general aparecen como difíciles y desfavorables ante nuestra visión como miembros de una sociedad industrial y occidental.

Finalmente también debo mencionar algunos de los trabajos sobre la composición genética de la población, cuyas muestras incluyen a este grupo y a algunos vecinos. En estos trabajos se ha buscado determinar las frecuencias para dichas poblaciones de ciertos polimorfismos para algunos genes y otros marcadores genéticos como microsatélites, que pueden ser comprendidos dentro de la genética de poblaciones descriptiva. Dentro de estos trabajos podemos mencionar las investigaciones de García-Ortiz y colaboradores (2006), Rangel-Villalobos (*et al.* 2000), Gallegos-Arreola (*et al.* 2005) y Barros-Núñez (*et al.* 2008). En los estudios genéticos con una problemática aplicada a la salud se han estudiado las frecuencias del gen de la ECA (enzima convertidora de la angiotensina II) en poblaciones amerindias en el norte del país y sur de los Estados Unidos de América (Foy, *et al.* 1996). Cabe mencionar que dicho gen también ha sido ligado con el desempeño físico por lo que puede ser retomado en trabajos futuros.

Entre todos los problemas que se han abordado el más importante para esta investigación tiene que ver con las carreras de bola y la resistencia física de los rarámuris que han sido analizados desde diferentes ópticas, ofreciendo diferentes trabajos como veremos a continuación al revisar los antecedentes propios de ésta temática de estudio.

## **Antecedentes sobre carreras y resistencia física**

Las carreras de bola es un tema que ha sido estudiado desde la Antropología social por algunos autores como Kennedy (1969), Irigoyen-Rascón con Palma-Batista (1985), Rodríguez López (1999) y más recientemente por Acuña (2003, 2005 y 2007) que en cierta medida también problematizan sobre la resistencia física de los rarámuris pero desde una perspectiva sociocultural.

Ya concretamente dentro de la temática de la resistencia física de los rarámuris con una perspectiva biológica podemos citar los trabajos pioneros de Balke y Snow (1965), y de Groom (1971), quienes intentaron explicar el fenómeno de la resistencia física entre los tarahumara, motivo por el que serán las principales referencias para este trabajo.

El trabajo de Balke y Snow incluyó un reducido número de sujetos, y con las evidentes limitaciones del momento y propias de cualquier estudio, dicho trabajo produjo entre sus resultados y conclusiones algunos indicios para la investigación sobre la resistencia de los corredores rarámuris. Mismos que sustentan la gran capacidad de los rarámuris para poder sostener un gasto energético alto que nos hace pensar en posibles adaptaciones metabólicas o biomecánicas, ya que los rarámuris pueden soportar altas demandas energéticas sin algún tipo de entrenamiento aparente. Entre los demás resultados de ese trabajo los autores también plantean el posible efecto de ciertos rasgos morfológicos como la mayor longitud del tronco y las bajas frecuencias cardíacas, que fueron descritas previamente como frecuentes para las poblaciones amerindias en el trabajo de Hrdlička (1908).

A dicho trabajo se sumó el de Groom (1971), quien cita la ausencia de una hipertrofia del ventrículo izquierdo muy común en los atletas, pero ausente en los corredores que observó, por lo que quizás podríamos pensar en la existencia de algunos rasgos propios que podrían incidir de manera positiva sobre la aptitud física de los rarámuris.

Finalmente debo mencionar que en años anteriores (2004 y 2005) un equipo con quienes colaboro y me asesoran, compuesto por investigadores del CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique de Francia) y de la UIA (Universidad Iberoamericana), plantearon esta problemática y recabaron datos importantes en escolares, dentro de los campos de la nutrición, la aptitud física, el crecimiento y la actividad física (Balcázar, *et al.*, 2009), datos que por factores como la edad y la sensibilidad al entrenamiento no son capaces de sustentar de manera contundente un nexo entre los niveles de actividad y la capacidad

aeróbica, que refuercen o rechacen las hipótesis sobre las cargas de trabajo a que refieren Balke y Snow (1965).

Estos elementos dan pie a la posibilidad de que en este trabajo se explore la presencia de diferencias en la capacidad cardiorrespiratoria y su desarrollo, que como veremos a continuación es el problema central de esta investigación.

### **Nuestro problema: “la resistencia física rarámuri”**

Es un hecho muy normal y recurrente, encontrar el ejemplo de los corredores rarámuris cuando se habla de resistencia física, inclusive es uno de los ejemplos fundamentales en el trabajo clásico de Carrier (1984) sobre la carrera de resistencia en humanos. Por lo que es frecuente encontrar ejemplos que hablen sobre su destreza para correr, por ejemplo en el trabajo de Lumholtz (1908) se relata su capacidad para atrapar caballos salvajes de esta manera. Sobre la misma línea, en el mismo trabajo también se cita el caso de las grandes distancias recorridas por los rarámuris para llevar mensajes entre poblaciones muy distantes.

Finalmente está el más llamativo de los ejemplos sobre la capacidad para correr de los rarámuris. Se refiere a la cacería de venado mencionada por Carrier (1984), basada en los relatos de Bennett y Zingg (1935). En este ejemplo se habla sobre la “cacería de venado por agotamiento” que es una práctica similar a la de los “bosquimanos” del África, donde se persigue al animal corriendo tras él durante horas hasta llegar a cansarlo, y conseguir que caiga rendido por el desgaste de sus pezuñas y aquel impuesto por el esfuerzo y el sobrecalentamiento, así una vez rendido el animal, los rarámuris lo matan con piedras o con un cuchillo. Por lo que no en vano ellos mismos se denominan como “rarámuris”, que significa “pie corredor” o “pies ligeros”.

Así este tipo de hazañas les ha permitido sostener el sobrenombre de ser “los espartanos modernos”, nombre con que titula su trabajo sobre los rarámuris el investigador norteamericano Groom (1971).

Estos ejemplos junto con otros tantos, les han valido el atributo de ser algunos de los mejores corredores de resistencia en el mundo, hecho que ha llevado a muchas personas a preguntarse ¿cómo es posible? y ¿en dónde radica el secreto de tales hazañas? Esta inquietud se puede resumir en al menos dos preguntas que en este momento sirven de guía para la presente investigación:

¿Existen diferencias en la aptitud física de los rarámuris con respecto a otros grupos humanos? y ¿Cuál es el origen, ó que es lo que les permite a los rarámuris desarrollar tal capacidad para correr y soportar sus tan famosas carreras y otras actividades con grandes demandas energéticas como sus danzas y los demás ejemplos citados?

Intentando responder estas preguntas Balke y Snow (1965) y Groom (1971) han realizado trabajos (durante la segunda mitad del siglo XX). Viajaron a la Sierra Tarahumara al encuentro de los famosos corredores rarámuris con el fin de estudiarlos desde una perspectiva antropofísica, fisiológica y/o médica, buscando saber si desde su Biología o su ambiente es posible explicar porqué son tan buenos corredores, y de alguna forma encontrar también cuál es la clave de su resistencia tan excepcional.

Así Balke y Snow (1965) observaron pocas diferencias en la condición física entre los rarámuris y los mestizos que se estudiaron en un internado. Como parte de sus resultados notaron que los jóvenes rarámuris menos transculturados tenían mejores rendimientos. Por ello supusieron un fuerte efecto ambiental en el desarrollo de la condición física de los rarámuris, pero sin tener la posibilidad de llegar a mayores conclusiones dado el tamaño de la muestra y demás dificultades técnicas inherentes al espacio geográfico y la naturaleza del trabajo con estos grupos étnicos. Entre sus resultados se plantea que tanto la capacidad de trabajo y la alimentación pueden ser algunos de los elementos que podrían influir de manera importante en el desarrollo de su capacidad. También se hace extensiva la capacidad explicativa a los elementos morfológicos y de actividad física, considerando hasta ese momento poco probable una causa genética o metabólica como principal determinante de su condición física.

### **Los planteamientos de este proyecto**

Partiendo de los datos de los trabajos señalados, ahora tenemos un referente del que en su momento carecieron dichos investigadores, que nos facilita el trabajo para buscar otras respuestas, o confirmar las suyas. Por este motivo en este trabajo nos hemos propuesto saber si hay o no diferencias en la capacidad cardiorrespiratoria ( $VO^2_{max}$ ) de una muestra de jóvenes rarámuris y una muestra de jóvenes mestizos de la Sierra Tarahumara, evaluando de manera conjunta el impacto de la actividad física y la forma de vida sobre la morfología y la

capacidad cardiorrespiratoria de los mismos. Siendo fundamental que los dos grupos viven en ambientes semejantes.

Como posibles respuestas a nuestras preguntas planteamos las siguientes hipótesis:

1.- Existen diferencias significativas en la capacidad aeróbica de los adolescentes rarámuris frente a los mestizos.

2.- Las demandas cotidianas de los rarámuris requieren diferentes niveles de actividad física, que influyen de manera positiva en su capacidad aeróbica.

3.- Existen diferencias físicas que se relacionan con la economía del movimiento y su eficiencia para desarrollar actividad física.

### **Propósitos generales**

Para poder contrastar estas hipótesis se plantearon los siguientes propósitos:

- Conocer las características físicas, el estado de salud y crecimiento de un grupo de adolescentes rarámuris y mestizos.
- Conocer la capacidad aeróbica de una muestra de adolescentes rarámuris y mestizos para comprobar la presencia o ausencia de diferencias.
- Conocer los efectos de la actividad física y de la morfología de los rarámuris sobre su capacidad aeróbica.

## **Propósitos particulares**

1. Conocer las condiciones de vida y la estructura familiar de las personas incluidas en la muestra.
2. Determinar las características físicas, el estado de salud, crecimiento, desarrollo y composición corporal de las personas seleccionadas.
3. Determinar la capacidad aeróbica ( $Vo_{2m\acute{a}x}$ ) de la muestra.
4. Determinar los patrones y niveles de actividad física en la muestra.
5. Establecer las relaciones entre las características físicas de los sujetos de la muestra con su capacidad aeróbica y demás variables fisiológicas.
6. Conocer las relaciones entre la actividad física y la capacidad aeróbica de la muestra y su físico.

## **Pertinencia de esta investigación**

Esta investigación es pertinente por lo siguiente:

Por ofrecer la posibilidad de generar conocimiento actual y con diferentes medios sobre la aptitud física de los rarámuris que permita posicionar la capacidad para correr de los rarámuris dentro del contexto de nuestra especie, y así mismo visualizar el efecto del ambiente físico y sociocultural sobre la capacidad aeróbica de este grupo. Esta acción abre las puertas para saber si los antecedentes biológicos y culturales del grupo ofrecen algún tipo de ventajas para que sean tan buenos corredores, permitiendo así con base en datos objetivos desmitificar en lo posible el fenómeno y facilitar su comprensión. Conjuntamente este trabajo puede ofrecer datos para otras investigaciones como en su momento lo hicieron los trabajos de Balke y Snow (1965).

## **Siendo concientes de nuestros prejuicios**

Para abordar este problema como otros tantos en Antropología es pertinente expresar algunos sesgos o inclinaciones inconscientes que puede tener nuestra investigación desde su construcción y durante su desarrollo, por lo que resulta positivo para el trabajo conocer algunos de los prejuicios que nos pueden estar afectando, pero sobre todo motivando el desarrollo del mismo.

Es necesario estar concientes de lo anterior, ya que esta investigación nace dentro del seno de una sociedad y desde una perspectiva cultural. Por lo que debemos estar concientes de que las largas carreras de resistencia como las que vemos entre los rarámuris no son un fenómeno ni geográfica, ni históricamente raro (Acuña, 2003), pero sus formas, significados y demandas físicas han cautivado la atención de muchas sociedades modernas y de sus científicos, propiciando la búsqueda de explicaciones. En nuestro caso el tema concreto es conocer la capacidad física que permite su desempeño. Es justo mencionar que este asombro no es un hecho gratuito, y que en gran medida depende de un extrañamiento, mismo que tiene lugar por nuestras características socioculturales que son en gran medida sedentarias, y es en sociedades como la nuestra donde la participación en largas carreras es algo muy raro y casi por decir ajeno<sup>9</sup>. Las condiciones de vida actual no requieren de carreras de larga duración y por ello podemos pensar que en gran medida nuestra percepción de las carreras rarámuris, su condición física y su forma de vida en general esta muy influida por nuestras condiciones de vida y *habitus* (en el sentido de Pierre Bourdieu, 1991). De ahí suponer que nuestra apreciación de la aptitud física de los corredores rarámuris podría ser algo exagerada como menciona Acuña (2003).

Pero el hecho, es que no deja de sorprendernos que los rarámuris puedan correr cientos de kilómetros sin llevar a cabo algún tipo de preparación o entrenamiento, más que la curación de piernas y otros rituales que podemos pensar no influyen de manera directa en la capacidad aeróbica de los rarámuris.

Asumimos que una de las mejores maneras de evitar un juicio erróneo del otro consiste en su estudio y conocimiento, que a pesar de no dejar de ser una interpretación, será

---

<sup>9</sup> Pues en sociedades como la nuestra las carreras largas o maratones se encuentra reducida a una pequeña esfera o grupo de deportistas generalmente, y aunque es algo relativamente regular en la población, dista mucho de ser común, y solo unos cuantos individuos alcanzan un alto rendimiento, que comparado con el de los corredores rarámuris puede aparecer como pobre.

una interpretación un tanto más certera y próxima a la realidad, que deje un menor espacio para la imaginación y los prejuicios.

Una vez que ya hemos planteado la inclinación social que motiva esta investigación y la pertinencia de realizarla, es muy importante decir desde cual perspectiva del pensamiento científico vamos a abordar este fenómeno, resultando necesario manifestar nuestro enfoque teórico y revisar los conceptos que estamos manejando en este trabajo, así como explicar de manera general qué le sucede a nuestro cuerpo cuando esta sujeto a la actividad física y qué cambios y ventajas puede tener nuestro organismo al realizarla.

## Capítulo II

### Marco teórico y conceptos generales

#### Conceptos básicos para nuestra investigación

Antes de seguir avanzando, consideramos pertinente explicar los principales conceptos de los que nos auxiliaremos en esta investigación.

Este trabajo parte del estudio de la capacidad aeróbica o cardiorrespiratoria, esto debido a que de ella depende de forma importante la realización de actividades de larga duración o resistencia; sobre todo en niveles de competencia (Saltin *et al.*, 1995). Entre dichas actividades se encuentran las carreras largas o maratones, el ciclismo y la natación por ejemplo.

La capacidad aeróbica o cardiorrespiratoria, se puede entender como: “El componente ligado a la salud de la aptitud física que se relaciona con la habilidad de los sistemas circulatorio y respiratorio para abastecer combustible<sup>10</sup> durante la actividad física sostenida, y para remover los desechos producidos durante la misma que producen fatiga.” (Caspersen, *et al.* 1985, p: 129).

Uno de los mejores indicadores de la capacidad aeróbica de los sujetos es el  $VO_2^{m\acute{a}x}$ <sup>11</sup>, mismo que se define como: “La capacidad máxima para el consumo de oxígeno por parte del cuerpo durante la realización de esfuerzos máximos<sup>12</sup>” (Wilmore y Costill, 2007, p: 747). La unidad de medición del  $VO_2^{m\acute{a}x}$  es el valor de mililitros de oxígeno que puede consumir un individuo por kilogramo de peso durante un minuto a una intensidad máxima.

Es necesario comentar que la capacidad cardiorrespiratoria es uno de los componentes más importantes de la aptitud física ó “Physical Fitness”. Y para los fines de esta investigación retomamos la definición de aptitud física propuesta por Caspersen y colaboradores (1985) que es una de las más antiguas y generales. La aptitud física se define como: “La serie de atributos que posee o desarrolla una persona, relacionados con su

---

<sup>10</sup> Como combustible se entiende el oxígeno y los diferentes sustratos para la producción de energía.

<sup>11</sup> Razón por la que es el indicador empleado en este trabajo

<sup>12</sup> De manera general se define el esfuerzo máximo en función de la frecuencia cardiaca máxima (FC<sub>máx</sub>) para la edad, produciendo un valor estimado que resulta de restar a 220 – (edad en años), pero considerando las críticas y la propuesta de Robergs y Landwehr (2002) una propuesta podría ser la de Inbar (1994);  $FC_{m\acute{a}x} = 205.8 - 0.685(\text{edad})$ .

habilidad para desempeñar actividad física” (Caspersen, *et al.* 1985, p: 129), dado su carácter fenotípico, plástico y dinámico preferimos utilizar ésta definición y no otra ligadas a la salud.

Otro concepto presente y necesario para entender la definición de aptitud física y que es fundamental en nuestra investigación es el de actividad física, Entendida como: “Cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que produce un gasto energético” (Caspersen *et al.* 1985 p: 129).

### **Aspectos fisiológicos del ejercicio y de la carrera de resistencia**

La carrera de resistencia al igual que otras actividades que tienen una gran demanda energética, requieren una elevada producción de energía por parte del organismo para sus realización, por lo que es necesario un adecuado abasto (obtención y distribución) de todos estos sustratos en las partes del cuerpo que así lo requieren, y un adecuado uso u optimización de los sustratos necesarios para producir energía (glucógeno, glucosa, fosfocreatina, ácidos grasos libres y por supuesto oxígeno “O<sub>2</sub>”).

Además, debemos recordar que la contractibilidad muscular que permite el movimiento requiere energía, misma que se produce por dos vías respiratorias, que como tales implican una cadena de transito de electrones para la producción de energía y su posterior almacenamiento, que se da bajo la forma de adenosinas fosforiladas básicamente en su forma más eficiente y con una mayor biodisponibilidad energética que es la ATP (adenosina-tri-fosfato). Para su producción disponemos de dos vías, la primera de estas y la más primitiva en términos evolutivos<sup>13</sup> es la glucólisis o vía anaeróbica (Glucosa → lactato + 2 ATP) donde se produce energía sin la presencia de oxígeno pero que tiene una limitada capacidad en la producción de energía. La otra vía para producir energía en nuestro organismo es la respiración aeróbica, donde el acetil Co-A (que resulta de la reacción del ácido pirúvico y la coenzima A) es incorporado a la cadena oxidativa del ciclo de Krebs (también llamado ciclo del ácido cítrico o de los ácidos tricarboxílicos) que tiene un mayor rendimiento energético, ya que produce grandes cantidades de ATP (acetil Co-A + O<sub>2</sub> → 32

---

<sup>13</sup> La respiración aeróbica se considera como una adquisición posterior, ya que en términos evolutivos los cambios atmosférico y los cambios en el ambiente fueron producidos por los primeros organismos que generaban energía por vías anaeróbicas, y que con sus desechos posibilitaron metabolismos ligados al oxígeno.

ATP + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O), esta segunda vía puede ser sucesiva a la glucólisis siempre y cuando haya presencia de oxígeno (O<sub>2</sub>) en las células.( Wilmore y Costill, 2007)

La respiración aeróbica es la vía más adecuada para producir la energía que nos permite realizar ejercicios o actividades con grandes demandas energéticas como las impuestas por la carrera de resistencia. Actividades como ésta son capaces de influir en el organismo generando una serie de cambios fisiológicos, mismos que involucran procesos ligados a la absorción, distribución y consumo de diferentes sustratos y de oxígeno por los músculos esqueléticos. Para conseguir este fin es necesaria la actividad de diferentes órganos y sistemas, entre los que destacan: el sistema cardiovascular, el sistema respiratorio, los músculos, y otros órganos importantes para la actividad metabólica como el hígado y los riñones, que actúan en conjunto y de diferentes formas para atender las demandas energéticas y metabólicas de los músculos durante la actividad física.

Los principales cambios agudos ligados al ejercicio según Firman (2010) pueden resumir en:

Cambios metabólicos	Cambios respiratorios
Cambios circulatorios	Cambios sanguíneos
Cambios cardíacos	Cambios en el medio interno

### *Cambios metabólicos*

Como cambios metabólicos podemos entender aquellos procesos catabólicos necesarios para la producción de energía durante la actividad física, y aquellos anabólicos para el re-almacenamiento de energía después de la actividad física. Dentro de los procesos catabólicos se observa un orden en el uso preferente de los sustratos, que no implica la ausencia del uso de los demás, pero las condiciones de almacenamiento y de obtención de los mismos favorecen el metabolismo de algunos de ellos preferentemente con base en la duración y demandas de la actividad. Durante el reposo la principal fuente de energía para los músculos son los ácidos grasos libres, pero que al incrementar las demandas energéticas en los músculos por la actividad el organismo, se favorece la degradación del glucógeno y de fosfocreatina almacenados en los músculos y el hígado para la obtención de energía durante los primeros minutos de actividad (0-40 minutos). En actividades que superan los 40 minutos, el organismo utiliza predominantemente la vía anaeróbica, favoreciendo el

consumo de la glucosa circulante que se produce en el hígado y la producida por la desaminación de aminoácidos en riñones. Finalmente, en actividades de larga duración ( $\geq 180$  minutos) como la carrera de resistencia, la vía de producción de energía es la oxidativa donde la principal fuente de energía son los ácidos grasos libres que se encuentran almacenados en las células musculares y el tejido adiposo (Firman, 2010; Wollmore y Costill 2007).

Por último debemos mencionar que durante los periodos de reposo tras el ejercicio, los niveles elevados de insulina y bajos de glucagón generan señales que inducen los procesos anabólicos para la reposición y almacenamiento del glucagón empleado durante la actividad (Firman, 2010).

#### *Cambios circulatorios*

En conjunto con los cambios metabólicos son necesarios una serie de cambios circulatorios para favorecer el abasto adecuado de sustratos y del oxígeno, mientras que de manera paralela se transportan los productos metabólicos de desecho como el dióxido de carbono. Los cambios en la circulación implican una diferenciación del flujo sanguíneo en cada órgano, favoreciendo el flujo a los músculos, pulmones y corazón, sin afectar el flujo de otros órganos importantes como el cerebro, y reduciendo el flujo a otros menos importantes para la actividad como los intestinos, riñones y huesos. Estos cambios en la circulación se dan principalmente por el aumento o reducción en la tensión de las arteriolas en los diferentes órganos, y de la tensión arterial general que cambia de acuerdo a las diferentes señales químicas y nerviosas que produce el organismo dependiendo de la situación metabólica y cardíaca.

#### *Cambios cardíacos*

Las adaptaciones cardíacas obedecen a la satisfacción de las necesidades del organismo para transportar O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> entre los músculos y los pulmones principalmente, así como los diferentes sustratos en el organismo, por lo que los principales cambios tienen que ver con la frecuencia cardíaca y con los volúmenes de llenado y vaciado del corazón.

### *Cambios respiratorios*

Los cambios respiratorios reflejados durante la actividad tienen que ver con el aumento de la capacidad ventilatoria y el intercambio de gases, que son posibles gracias a los cambios en la circulación de los capilares en los pulmones y a la mayor perfusión de los mismos, que se ajustan a una velocidad que favorece el adecuado intercambio de gases; conjuntamente con este mecanismo la frecuencia ventilatoria se modifica, incrementándose para compensar las demandas respiratorias del organismo. De esta manera el efecto de estos mecanismos compensatorios pueden generar cambios en el consumo de oxígeno ( $\text{VO}_2$ ) en reposo y durante el ejercicio. Que si bien, en gran medida dependen del grado y tipo de entrenamiento, también están asociados de manera muy importante a las características genéticas propias del sujeto que determinan los niveles y grados de cambio en la capacidad cardiorrespiratoria que van desde un 10% hasta un 45% respecto a los niveles que se poseían previamente a algún régimen de entrenamiento (Wilmore y Costill 2007).

### *Cambios sanguíneos*

Los principales cambios en la composición de la sangre tienen que ver con el incremento de los eritrocitos, que se da como medida compensatoria por el daño y destrucción que sufren como resultado de la compresión vascular y el rápido tránsito de los mismos durante el ejercicio.

### *Cambios en el medio interno*

El agua corporal total debe regularse dependiendo de las fluctuaciones de los líquidos corporales que se ven afectados por diferentes factores como la respiración, la sudoración, la excreción de líquidos por medio de la orina y el ingreso de líquidos por medio de la ingesta ó como resultado del metabolismo. Ante estas fluctuaciones el organismo regula sus funciones excretoras incrementándolas por el aumento en la producción e ingesta de agua, y reduciéndolas por la deshidratación producida por la sudoración y respiración en un clima cálido y seco, cuyas condiciones se agudizan durante el ejercicio.

## **Cambios crónicos ligados al ejercicio**

El sometimiento del organismo a ciertas cargas de trabajo regulares y con incrementos, generan ciertos cambios crónicos en el organismo que se traducen en:

### *Incremento de la capacidad aeróbica o capacidad para consumir oxígeno “VO<sup>2</sup>”*

Los principales cambios que se observan cuando una persona es sometida a un régimen de ejercicio constante, es un incremento en su capacidad para consumir oxígeno. Los límites para dichos incrementos están determinados de manera genética, por lo que después de un determinado punto, a pesar de aumentar la intensidad y frecuencia del entrenamiento las ganancias en el consumo de oxígeno son mínimas, por lo que más allá del régimen de ejercicio, es necesario considerar las capacidades propias del sujeto (Wilmore y Costill 2007).

### *Dimensiones y paredes del ventrículo izquierdo*

Otro de los principales cambios crónicos debidos al entrenamiento o al ejercicio se refleja en las dimensiones y la potencia del ventrículo izquierdo, donde se ha observado un aumento de las dimensiones y del grosor de las paredes del ventrículo izquierdo en los deportistas. Dichos cambios fueron considerados como patológicos previamente, pero ahora se entienden como normales (Wilmore y Costill, 2007). Recientemente Jones y Woods (2003) señalan que la hipertrofia cardiaca puede estar vinculada a la actividad de la enzima convertidora de la angiotensina I, que puede favorecer el efecto mitogénico de las células cardiacas por una mayor actividad de la misma, por lo que se sugiere que en algunos casos la hipertrofia del ventrículo izquierdo puede estar ligada a la variación del gen ACE I/D de esta enzima.

### *Incremento en el umbral del lactato*

Como resultado de las mejoras en la coordinación y reclutamiento de las fibras musculares por las neuronas motoras, así como de los cambios en las capacidades circulatorias, respiratorias y metabólicas en general, es posible observar cambios en la producción y tolerancia de lactato, que reflejan adecuaciones metabólicas al esfuerzo como resultado del entrenamiento.

### *Cambios en las proporciones de los diferentes tipos de fibras musculares*

Aunque son pocos los cambios, y en su mayoría las proporciones de las fibras musculares están determinadas genéticamente, considerando que el periodo crítico más importante para su determinación es la infancia, es posible observar algunos cambios en las proporciones y la actividad de las diferentes fibras musculares, cuyo tipo e impacto en la actividad física retomaremos en el siguiente apartado.

Como se ha descrito en los párrafos anteriores, la actividad física genera muchos cambios en el organismo, mismos que son más profundos en las actividades físicas intensas y/o prolongadas como la carrera de resistencia que implican demandas energéticas considerables, y producen gran cantidad de cambios, los cuales ponen de manifiesto las capacidades de nuestro organismo y las sorprendentes adaptaciones que durante su historia evolutiva han ocurrido para hacer frente a estas situaciones.

Finalmente para concluir este apartado es justo mencionar que la forma de vida de los rarámuris y las actividades como sus carreras y danzas, pueden llevar al extremo sus cuerpos, esto los hace ser unos de los mejores candidatos dentro de los estudios de la fisiología del esfuerzo, pues sus carreras son tan demandantes que incluso los corredores rarámuris pueden sufrir algunos daños en los riñones, como comentan Irigoyen y Palma (1985) sobre la micción de sangre por los corredores al finalizar las carreras rarámuris o bien como constatan Drusini y Tommasco (1981) con la presencia de sangre en la orina de muchos corredores. Resultando muy interesante el poder conocer el nexo que se establece entre la cultura rarámuri y la tolerancia al esfuerzo

### **Efecto de las fibras musculares, fisiología y efectos en el rendimiento físico**

En nuestro organismo podemos encontrar diferentes tipos de fibras musculares, que por lo general se clasifican como: fibras musculares Tipo I, (fibras rojas ó fibras de contracción lenta “ST” en inglés, Slow twitch), y las fibras musculares tipo IIa y IIb, (fibras blancas ó de contracción rápida “FT”; Fast twitch), el primer tipo de fibras (tipo I o rojas) se caracterizan por ser pequeñas, se contraen lentamente, están altamente irrigadas, tienen un alto contenido de mitocondrias y de mioglobina que almacena oxígeno, por lo que tienen una alta capacidad oxidativa, atributo que les permite soportar tareas altamente demandantes, como la carrera de

resistencia, por lo que una alta proporción de estas fibras en los músculos se considera favorable para la realización de estas actividades. Por otra parte el otro tipo de fibras musculares tipo IIa y IIb o blancas, son grandes, poseen la característica de tener una más rápida y fuerte contracción, están menos irrigadas, contienen menos mitocondrias, liberan una más calcio y contienen muchas enzimas glucolíticas. Son fibras que tienen una considerable fuerza de contracción, aunque se agotan rápidamente, por lo que es frecuente encontrar altas proporciones de las mismas en sujetos que realizan actividades que requieren mucha potencia pero por periodos cortos de tiempo, como las carreras cortas de velocidad o el levantamiento de pesas o halterofilia.

Es posible hablar de una subdivisión en las fibras tipo II o blancas, que se clasifican como fibras IIa (GOR) y IIb (G), cuyas diferencias radican en que las fibras “IIa” tienen algunas características intermedias entre las fibras I y las IIb, pues son moderadamente oxidativas como las fibras I “lentas oxidativas” (LO) por lo que se clasifican también como GOR (glucolíticas oxidativas rápidas), pero no se contraen ni se agotan tan rápidamente como las fibras IIb que se clasifican como “G”(glucolíticas) por ser solamente glucolíticas rápidas (Wilmore y Costill, 2007).

Retomando lo anterior es evidente que las fibras musculares tipo I son muy importantes para actividades con altas demandas energéticas como la carrera de resistencia, así una mayor proporción de estas fibras en el sujeto pueden favorecer el desempeño y éxito del mismo. Desde esta perspectiva la cantidad y distribución de las fibras musculares pueden influir notablemente en la aptitud física del individuo.

Pero cabe mencionar que las diferencias observadas en la práctica sobre la distribución y proporción de las fibras musculares se deben principalmente a factores genéticos y en menor medida a factores ambientales, aunque se comenta que cerca del 30% de la variación observada entre sujetos en el conteo total de de las fibras musculares tipo I puede ser explicada por la actividad (Simoneau y Bouchard; 1995), aunque según autores como Wilmore y Costill (2007) consideran que el efecto de la misma no es tan importante, pues las proporciones de las fibras musculares cambia poco después de la infancia. Pero en términos prácticos Simoneau y Bouchard (1995) hablan de que cerca del 25% de las diferencias entre sujetos en el conteo total de las fibras musculares pueden estar ligadas a factores propiamente genéticos. Finalmente durante el muestreo en las biopsias de fibras

musculares se habla de que un 15% de diferencias observadas pueden deberse a factores propios de errores de muestreo (Simoneau y Bouchard; 1995).

Una vez que se han planteado los conceptos y algunas observaciones sobre el impacto de algunos elementos fisiológicos sobre el rendimiento físico, nos parece adecuado plantear nuestra reflexión en torno a lo que se entiende como perspectiva biocultural.

### **Perspectiva biocultural**

Nosotros consideramos que la aptitud física de los rarámuris y otros rasgos al igual que en otros grupos humanos es fruto de un proceso evolutivo, pero debemos estar concientes de que el análisis de la evolución de nuestra especie requiere la consideración de algunos mecanismos y formas de relaciones que de manera general se enmarcan dentro de la noción de cultura<sup>14</sup>, misma que en términos evolutivos tiene un carácter emergente<sup>15</sup>. En términos filogenéticos la cultura es un rasgo autoapomórfico<sup>16</sup> de ahí que se considere como emergente. De la mano con esta situación la cultura ha sido considerada como el atributo esencial de la condición humana.

Situación que crea una problemática en el estudio del fenómeno humano, que en muchas ocasiones más que objetiva, nosotros pensamos es ideológica, en tanto se asume que a partir de la aparición de la cultura el hombre se separa, transforma su naturaleza y la forma en que se relaciona con ella. Que es una apreciación que no es del todo equivocada pero tampoco del todo verdadera. Ahondando en esta problemática Lévi-Strauss planteó en “El etnólogo frente a la condición humana” y “raza y cultura” (1986), que la cultura podría ser una entidad que dirige en gran medida la evolución humana, generando patrones de reproducción y de entrecruzamiento dirigidos por una lógica que resignifica la selección sexual, y que adquiere características particulares en cada población. Elemento que es en gran medida válido, y que pareciera puede explicar casi del todo, la evolución humana reciente, y nos facilita el camino de explicar cualquier situación humana como cultural. Y quizás si es cultural, pero no solo cultural.

---

<sup>14</sup> Que más que conceptualizada y validada ontológicamente puede ser entendida como un concepto operativo e identitario sobre el que-hacer antropológico como plantea Clifford Geertz (1987), por lo que se le asigna una naturaleza semiótica y puede ser entendida como “la acción simbólica que ejercen los sujetos sobre la realidad”.

<sup>15</sup> Que al igual que muchas formas de especialización en la naturaleza son adquisiciones, de ahí radica la adjetivación del concepto.

<sup>16</sup> Carácter moderado y propio del taxón.

El problema con esta perspectiva tiene que ver con el hecho de que la evolución humana no solamente estuvo y está dirigida por la selección natural, que en este tipo de planteamientos parece ser el único mecanismo a considerar, por consiguiente se supone es anulada y desplazada por una selección cultural.

Intentando apegarnos un poco más a la complejidad que expresa la realidad, debemos estar concientes de que existen más mecanismos que han influido e influyen en la evolución humana. Entre estos mecanismos destacan los cuellos de botella y la deriva génica por dar algunos ejemplos, y que tienen por decirlo así una “naturaleza” más caótica, por lo que asumimos que en ellos la cultura y sus explicaciones tienen una limitada capacidad explicativa. En todo caso yo supondría que la selección cultural tiene mejores alcances sobre la idea de nicho, que refiere a la transformación del ambiente por el organismo y en términos complejos del mismo organismo por el mismo de manera indirecta.

En esta dinámica la cultura como tal juega un papel muy importante en la evolución humana, al dirigir el cambio del ambiente y dada la naturaleza compleja de estas relaciones por consecuencia dirige también el cambio de lo humano, derivando en un espacio de relaciones que nos parece más válido y real.

Pero hay que tomar en cuenta que esta situación no descarta la forma en que los demás organismos actúan y se relacionan con nosotros, que en muchos casos sigue obedeciendo a mecanismos como la selección natural. Por lo tanto, lo que nos parece más prudente, es plantear no una transividad de lo humano en términos de naturaleza- cultura, sino una incorporación, misma que supone una integración de la cultura en la naturaleza, y de la naturaleza en la cultura en términos complejos que nos permita integrar una perspectiva que como tal considere ambos aspectos y concilie sus enfoques, intentando que vaya de una interdisciplina en Antropología, a una transdisciplina antropológica que integre tanto a la biología como a la cultura.

Una posible explicación para la división entre biología y cultura podría ser explicada por la división positivista de las ciencias en; ciencias exactas y ciencias sociales. Aunque yo creo que quizás habría que buscar el origen de esta división de la realidad en otros espacios, y quizás uno muy adecuado puede ser la base lógica de construcción y de acceso a la realidad que supone la ontología “naturaleza/cultura”.

¿Pero que es eso que entendemos por naturaleza/cultura?

Tiempo atrás Lévi Strauss llamó la atención sobre el problema que representaba para la mentalidad moderna la relación de la naturaleza y la cultura<sup>17</sup>, especialmente el espacio de la cultura como atributo e identidad de lo humano<sup>18</sup>, y la trascendencia del imperativo ideológico que supone un tránsito de un estado de naturaleza a un estado de cultura<sup>19</sup>. En términos epistemológicos esta división de la realidad entre lo natural y lo cultural plantea algunas dificultades en la aproximación a los fenómenos humanos, esto se debe a que establece una línea que fragmenta la realidad humana en espacios que solamente pueden ser explorados por disciplinas científicas distintas; Biología y Antropología (ciencias exactas/ciencias sociales o humanas). Aunque tal división también tiene mucho que ver con la aplicación de un esquema de praxis<sup>20</sup> denominado como “naturalista”<sup>21</sup>, que en el caso de nuestra sociedad posmoderna, industrial y occidental favorece una construcción de la realidad desagregada en lo natural y lo cultural, construyendo una naturaleza extendida y una cultura particularizada a la esfera humana.

Dicha división se materializa en la práctica antropológica que supone la atribución de una naturaleza o biología general que es compartida por todas las especies y su ambiente, donde los organismos están sujetos a una arbitrariedad externa que es ajena a toda intencionalidad o voluntad. Mientras que en el otro extremo concebimos una interioridad propia, y particular de nuestra especie (y algunos ancestros filogenéticos), que integra cierta distancia y arbitrariedad del orden natural, sustentándose en la posesión de eso que llamamos cultura como elemento cualitativamente diferenciador de lo humano y lo natural.

Esto evidentemente supone y parte de una perspectiva antropocéntrica (u *Homo-sapiens*-céntrica) que construye una *interioridad* diferenciada cualitativamente entre

---

<sup>17</sup> En raza y cultura y raza e historia.

<sup>18</sup> En el etnólogo frente a la cultura.

<sup>19</sup> En Naturaleza y cultura Cap. I en las Estructuras elementales del parentesco.

<sup>20</sup> ..son propiedades de objetificación de las prácticas sociales, diagramas cognitivos o representaciones intermediarias que ayudan a subsumir la diversidad de la vida real en un conjunto básico de categorías de relación. P:106 (1997) donde Philippe Descola (1997) han atraído nuevamente la atención sobre la forma en que los grupos humanos se relacionan con su entorno, con otros grupos y dentro de los grupos a partir de una construcción de la realidad dada desde ciertos modos de identificación, relación y categorización, que suelen ser resumidos en la noción de esquemas de Praxis, que permite una aplicación de la dicotomía entre naturaleza-sociedad o naturaleza-cultura como un eje que permite plantear ciertas bases cognitivas de construcción de la realidad culturalmente dada.

<sup>21</sup> Según las grandes categorías que presenta Descola que van del naturalismo al animismo, y del analogismo al totemismo en tanto esquemas de praxis.

humanos y no humanos<sup>22</sup>, y que además está muy estrechamente vinculada a la noción de conciencia y razón. Así esta división de la realidad explica de mejor manera la diferenciación aproximativa al fenómeno humano, de la que resulta un ente fragmentado que ha de ser conocido desde y por diferentes campos de conocimiento, con una interioridad que ha sido construido como el elemento identitario de la Antropología en tanto que su objeto de estudio es la cultura, mientras que su fisicalidad se considera ha de ser estudiada por las ciencias físicas y biológicas en la que se enmarca la Antropología física o Antropología biológica.

Pero ni una ni otra disciplina puede renunciar a su espacio de estudio dentro del fenómeno humano, aunque de manera general sus explicaciones tienden a reproducir la división planteada entre biología y cultura, que en la práctica resulta en planteamientos muchas veces inconmensurables que desde la cultura o de la biología tienden a subordinar el papel y comportamiento del orden opuesto dentro de sus propios términos, llegando en algunos casos a planteamientos muy sesgadas como los planteamientos sociobiológicos de Edward O. Wilson, que en el mejor de los casos le asigna un comportamiento de replicante al comportamiento humano como en el caso de los “memes” que hace Susan Blackmore apoyado en un paradigma de replicante autómatas “Dawkiniano” del gen egoísta. Mientras que por la otra parte se llega al extremo culturalista boasiano suponiendo realidades distintas para cada grupo humano desde un particularismo cultural que niega la universalidad que le asigna la pertenencia a la especie, a los grupos humanos y el estudio de los mismos. El resultado general de estos malos entendidos suele ser algún tipo de determinismo ya sea biológico o cultural.

Como una primera opción y aproximación, podemos partir de la llamada perspectiva biocultural que se resume en los planteamientos recopilados por Goodman y Letherman (1998), que integran una serie de perspectivas teórico metodológicas llamada “síntesis biocultural”, que opta por una perspectiva teórica que estudie las relaciones entre la biología y la cultura, sorteando el obstáculo que implica el concebirlas como dos entidades separadas.

Lo anterior permite buscar las explicaciones más holísticas que contemplen esta especie de intersticio, en que hay una incidencia de la cultura sobre la biología y de la

---

<sup>22</sup> Que puede ser entendido como uno de los rasgos Platónico-Aristotélico que epistemológicamente influyen más en nuestra línea de pensamiento.

biología sobre la cultura en una mutua constricción, dando lugar a un espacio que se entiende como “biocultural”.

Es ahí donde la Antropología tendrá mucho que ofrecer en tanto exprese su carácter de una Antropología general que estudie al hombre y no solo a la cultura o su biología. Por lo tanto se propone que la Antropología en su objeto de estudio, busque un verdadero estudio de relaciones en una co-determinación, con efectos bidireccionales, que intente evitar el privilegio de algún marco explicativo, permitiendo rebasar los posibilismos y los determinismos que son inherentes al privilegio de un tipo de explicación (como propone Lewontin y colaboradores, 2003). Así desde la Antropología física buscamos una perspectiva más holística para interpretar aquello que nosotros entendemos como las relaciones entre biología y cultura, asignándoles una forma de relaciones caóticas<sup>23</sup> y complejas<sup>24</sup> como propone Ramírez Goicoechea (2009).

Aunque en realidad esta idea de integrar ambos campos de conocimiento no es tan reciente en antropología. Lévi-Strauss desde “las estructuras elementales del parentesco” y otros textos constantemente establece algún tipo de comunicación con los planteamientos y propuestas de la Antropología física y la biología. Ya en los resultados en muchos casos dejan de lado la perspectiva biológica, pero su idea de la naturaleza del fenómeno humano suele ser bastante integradora, presentando una visión de lo humano bastante coherente para su momento. Dicho autor en las primeras páginas de “las estructuras elementales del parentesco” ejemplifica sencillamente la complejidad del fenómeno aludiendo al ejemplo que representa la distinción entre la mano del jinete y la rienda del caballo, donde expone la naturaleza fenotípica del comportamiento humano, donde genes y ambiente se integran, y da cuenta de la imposibilidad de determinar el papel de cada uno de estos espacios en el comportamiento humano.

Uno de los trabajos más ilustrativos de esta integración final se establece en su trabajo de “raza y cultura” (Lévi-Strauss, 1986), donde expone abiertamente la negación de

---

<sup>23</sup> Ramírez Goicoechea (2009) define Caos como: “...aquel estado de ciertos sistemas en los que aparecen multitud de trayectorias, eventos, sucesos, dinámicas, que son impredecibles-que no aleatorios- en su evolución...” por lo que considera que “...Debido a su complejidad los sistemas caóticos se muestran extraordinariamente sensibles a cualquier perturbación local en una parte del sistema afectando a otras muchas...” (2009 p: 91)

<sup>24</sup> Ramírez Goicoechea (2009), define complejidad como “...aquella condición de ciertos sistemas, entre cuyas características se encuentra una variabilidad a múltiples niveles, una **interconectividad** de elementos, procesos, capas, subsistemas, microdinámicas que se interrelacionan implicando una elevada capacidad para *intercambiar* y procesar información/significado.

la determinación biológica de las diferencias sociales, y plantea el papel de la “diferencia” en el comportamiento de los pueblos y en las relaciones de los mismos con los demás. Dentro del mismo texto Lévi-Strauss plantea la inoperatividad del concepto de raza en la práctica científica, y supone un giro de la forma de las relaciones que se habían planteado sobre las nociones de raza y cultura, que en un primer momento se habían planteado en términos de una determinación cultural desde la raza, pero que desde los cuestionamientos y las evidencias cuantitativas sobre las relaciones entre el número de razas y el de las culturas, se puede plantear un comportamiento distinto que invierte las relaciones, donde al parecer ahora la cultura jugaba un papel más determinante sobre la variación genética humana. Esta reflexión ofrece un cambio de paradigma muy fructífero, aunque tiene la crítica de desconocer los demás mecanismos que hemos planteado previamente (deriva génica, etc.) que actúan con lógicas distintas. Pero el paso y la consideración más importante de dicha obra creo yo, se da cuando se integran los espacios de la Etnología y de la Antropología física (expresa en la genética de poblaciones) por medio de la dimensión de población, que integra las nociones de población biológica y población cultural o etnia, acotando un espacio que salvo algunas aristas<sup>25</sup> es la base de lo que proponemos en la perspectiva biocultural, donde ante una incapacidad discriminante del papel de la cultura y los componentes genéticos en la conducta humana resulta muy importante considerar ambos aspectos e integrarlos en una explicación conciliadora e integradora.

Ahora bien ¿cómo integramos los aspectos culturales en los aspectos biológicos y estos nuevamente en los culturales?

Podríamos empezar por señalar que cuando abordamos el concepto de cultura hacemos alusión a un sistema o estructura simbólica, desarrollada y significada por un conjunto de individuos que establecen relaciones sociales, quienes gracias a complicados procesos de acomodación son capaces de ejercerla y reproducirla (en un proceso de desdoblamiento inverso como plantea Ramírez Goicoechea, 2009). Considerando que si bien la noción de cultura es inherente a la existencia de un grupo social, ella se expresa a partir de las relaciones individuales que ejercen los miembros de un determinado grupo con su entorno (Ingold, 2001), situación donde puede aplicarse la noción de “*habitus*” como

---

<sup>25</sup> Por ejemplo con la determinación cultural del espacio que plantea y supone acota el plano de relaciones genéticas, en cuyo caso dudo considere el efecto del ambiente físico y los recursos disponibles como otra fuente de la delimitación del espacio biológico y cultural de una población humana.

herramienta conceptual, que puede ser entendido como “un sistema subjetivo pero no individual de estructuras interiorizadas, principios [schémes] comunes de percepción, concepción y acción que constituyen la condición de toda objetivación y de toda apreciación, y basar la concentración objetiva de las prácticas y la unicidad de la visión del mundo sobre la perfecta impersonalidad y el carácter sustituible perfecto de las prácticas y las visiones singulares” (Bourdieu, 1991). Esta idea puede ser entendida como un proceso de desdoblamiento inverso que se realiza desde el orden simbólico sobre los sujetos a través de la conciencia, y que se consigue por medio de la “*incorporación o encarnación*”<sup>26</sup> de los *habitus*, mismos que se producen y reproducen por medio de la acción conjunta de los miembros del grupo que comparten una serie de prácticas, social e históricamente establecidas<sup>27</sup>. Así la determinación de las actividades y actitudes es establecida desde y por el grupo, propiciando su regularidad y otorgándole un sentido de naturalidad que favorecen su incorporación en las prácticas regulares del individuo por medio de la costumbre.

Desde estos referentes consideramos que el conjunto de prácticas establecidos desde la cultura y el orden de lo social, pueden incidir sobre la conducta del sujeto generando constricciones sobre diferentes sistemas del sujeto, que suelen ser concebidos como biológicos, donde la actividad física y la aptitud física son algunos de ellos, cuyo carácter biocultural expondremos a continuación.

### **La actividad física y la aptitud física como fenómenos bioculturales**

Nosotros consideramos que el acercamiento que podemos tener en torno a la actividad física debe tener un carácter biocultural, pues claramente todo movimiento físico tiene implicaciones biológicas en sus determinantes y en sus efectos, pero también es sociocultural. Pues toda actividad física, al ser humana es altamente afectada por el entorno y sistema sociocultural que modelan los *habitus* y por lo tanto tienen efectos en la percepción, que como resultado, genera esquemas de identificación y acción, que desembocan en acciones construidas y canalizadas social y culturalmente, por lo que obviamente el sistema simbólico interviene desde la percepción hasta el desempeño de cualquier actividad.

---

<sup>26</sup> Términos que traducen la noción de “enbodiment” planteadas por Bourdieu.

<sup>27</sup> Que dan el sentido dóxico a la actividad humana favoreciendo su incorporación por parte del sujeto.

Este conjunto de hechos nos permite asumir que todo gasto energético por vía de la actividad física tiene implicaciones sociales y culturales, pero nunca quedan fuera de la Biología. Lo que implica que una actividad que ante otra óptica puede parecer tan simple y se le atribuya solamente un impacto social y económico, como el que una mujer vaya a recoger leña día a día al bosque, que parecería solamente un comportamiento social o económico, conjuntamente impacta su Biología y es fruto de la misma, ya que dicha actividad es social y culturalmente definida por una división social y sexual del trabajo, regulada concretamente por diferentes estructuras sociales e identitarias como el rol, el estatus y el género que a su vez son biológicamente constreñidas por la diferencia sexual y ontogénica, asignándole el sentido complejo y caótico a tal fenómeno.

Por lo tanto algunos elementos que se supondrían netamente biológicos como el gasto energético y su impacto sobre el cuerpo del sujeto, su salud y nutrición, desde una perspectiva compleja se hace palpable el hecho de que en *Homo sapiens* han sido y son constreñidos de manera importante por el sistema simbólico que es la cultura.

Por lo tanto la actividad física se entiende como un fenómeno complejo, donde variables ambientales y sociales como el clima, la localización geográfica, la población, la etnia, la cultura, así como otras variables biológicas intrínsecamente determinadas tales como la maduración, el crecimiento y cuestiones genéticas, se relacionan entre si de manera caótica y se modifican mutuamente por diferentes vías de retroalimentación y en diferentes niveles produciendo el fenómeno “biocultural” y “complejo” que denominamos como “actividad física” desde la Antropología.

De igual manera podemos ver que la aptitud física es sensible a agentes biológicos como el sexo, la edad biológica, la maduración, los genes, las proporciones de las diferentes fibras musculares y las respuestas particulares de adaptación ante un determinado estímulo, pero que en conjunto con elementos socioculturales como la tolerancia al esfuerzo, la percepción ó somatización de los efectos de la fatiga y el reconocimiento social del deportista pueden constreñir la significación de las diferentes actividades y su realización, integrando el carácter cultural, ejercido por medio del “hábito<sup>28</sup>” y del “*habitus*”.

---

<sup>28</sup> En el sentido de actividad rutinaria que ofrece un sentido de confort y tranquilidad como plantea Ralph Linton la noción de habito en Cultura y Personalidad (1945).

Junto con el planteamiento anterior podemos retomar la definición de aptitud física (página 24), que nos permite entender el carácter biocultural que le hemos asignado al contemplar tanto elementos propios como aquellos adquiridos que influyen en el desempeño físico, entendiendo que aquellos aspectos genéticos integrados por selección natural, cultural, deriva génica etc. son aquellos propios al sujeto en su constitución, y aquellos que desarrolla el sujeto dentro de un contexto social y cultural serían el conjunto de lo adquirido, y que en conjunto evidencian fácilmente el carácter biocultural que hemos considerado en la aptitud física.

De manera similar a nuestra concepción de actividad física, asumimos que desde la complejidad en las relaciones de los diferentes sistemas y subsistemas que se dan dentro estos espacios objetivados como aptitud física y actividad física, existen relaciones de retroalimentación que afectan a cada una de estas en una mutua codeterminación.

Respecto a los aspectos somáticos cabe mencionar que el carácter biocultural de la morfología de los sujetos ha sido evidenciado de manera general en los trabajos somatológicos y de ontogenia que se han desarrollado en la Antropología física desde ya hace bastante tiempo, donde se evidencia la importancia de la información genética en la organización, ritmo y forma del crecimiento y el impacto que puede tener el ambiente físico y social por medio de la crianza, nutrición y salud, quedando bastante claro el impacto de estos en la forma y magnitud del crecimiento durante ciertos periodos críticos, que resultan en las características de la forma y proporcionalidad corporal, manifestando el carácter fenotípico y biocultural del fenómeno.

Finalmente consideramos necesario considerar algunos de los planteamientos sobre el problema de la resistencia física y las diferencias en el desempeño de ciertos grupos humanos.

Comenzando por los trabajos de Scott y Pitsiladis (2006), Saltin y colaboradores (1995), Larsen y colaboradores (2004) y Battles (2004) podemos encontrar las principales propuestas respecto al rendimiento físico ligado a la carrera de resistencia.

Entre las principales propuestas destaca la capacidad aeróbica, dado su vínculo con una adecuada producción de energía, como soporte para la actividad. En algunos de estos trabajos se ha explorado este vínculo en un grupo humano de corredores de distancia muy exitoso; los nandi de Kenya, donde se ha observado que en los jóvenes kenyanos los valores

del VO<sup>2</sup>máx suelen ser muy altos, considerando que una de las mejores explicaciones para tales niveles de consumo de oxígeno pueden ser los patrones de actividad que se dan durante el crecimiento, considerando que las frecuentes y largas caminatas tienen una influencia positiva en la capacidad aeróbica (Saltin *et al.*, 1995; Larsen *et al.*, 2004). Esta explicación ha sido una de las propuestas más apoyadas para explicar el rendimiento físico de los rarámuri, desde Balke y show (1965), Groom (1971) y Battles (2004). Dicha propuesta se ha constituido como una de las hipótesis más aceptadas para explicar el rendimiento físico de los corredores de este grupo, motivo por el que resulta una consideración obligada en este trabajo.

El otro mecanismo que se ha propuesto para explicar la destreza física de los corredores de ciertas poblaciones humanas tiene que ver con la economía para correr (Williams y Cavanagh, 1987; Saltin *et al.*, 1995; Anderson, 1996; Larsen *et al.*, 2004), donde se piensa que la morfología y la biomecánica juegan un papel muy importante, permitiendo un movimiento eficiente que reduce las demandas energéticas, expresando un mejor desempeño.

En el caso de los rarámuris Balke y Show (1965) consideran la morfología como una posible explicación de la destreza rarámuri, y en el caso de los corredores kenyanos presentado por Larsen y colaboradores (2004), se considera que las características físicas de los sujetos pueden influir en el desempeño, planteando que las extremidades pueden jugar un papel importante, a la par consideran ventajoso el ser ligero y magro (Coertzer *et al.*, 1993; Larsen *et al.*, 2004). Por lo que estos elementos son los principales ejes en esta investigación.

## Capítulo III

### Materiales y técnicas

#### Diseño de la investigación

Esta investigación se trata de un estudio descriptivo y sincrónico, que posibilite un futuro estudio de seguimiento. Mismo que es aplicado a una muestra de población abierta y no especializada que nos permita determinar en la población, si hay efectos plausibles que puedan ser interpretados como fruto de la alteridad cultural y/o biológica.

**La muestra** está constituida por un grupo de 56 adolescentes (29 mestizos y 27 rarámuris), con un rango de edad de 11.6 a 19.4 años cuyo promedio es de 16.4 (1.84) [media (D.E.)], la muestra de jóvenes mestizos funcionó como grupo de control. Cabe mencionar que algunos de los jóvenes de la muestra ya habían participado en un estudio previo de Balcázar *et al.* (2009), Por lo que procuramos captar el mayor número de ellos, para tener datos longitudinales para un futuro análisis. Aquellos sujetos que no se pudieron incorporar a la muestra fue por diferentes motivos, como el haber migrado a otro estado, o simplemente por no querer participar, así que por razones estadísticas y para tener una mejor comparación incorporamos algunos sujetos nuevos, los criterios inclusión fueron: contar con el consentimiento por escrito y estar aparentemente sanos.

Los sujetos fueron estudiados en tres localidades, donde regularmente asisten a la escuela. Pues muchos de ellos y en especial los rarámuris suelen vivir en otros lugares distintos a aquel donde se ubican las escuelas, por lo que se alojan en albergues para estudiantes, en la casa de algún pariente o amigo, o incluso realizan el viaje de algunos kilómetros desde su casa al poblado para asistir a la escuela diariamente.

Los **lugares donde se realizó el estudio** fueron los poblados de Guachochi, Norogachi y Muracharachi, todos ellos en el municipio de Guachochi. Este tiene una superficie de 4,340.35 km<sup>2</sup>, se localiza en la latitud norte 26° 49' y longitud oeste 107° 04' y a una altitud de 2,400 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con Bocoyna y Carichí; al sur con Guadalupe y Calvo y Morelos; al este con Balleza y Nonoava; al oeste con Batopilas.) En la región denominada como “Sierra Tarahumara”, al Suroeste del estado de Chihuahua.



**Figura 1. Mapa del municipio de Guachochi.** Fuente: Enciclopedia de los Municipios de México, ESTADO DE CHIHUAHUA; GUACHOCHI

Las **variables** del estudio son:

Variables independientes: Actividad física y características físicas.

Variable dependiente: Capacidad aeróbica ( $Vo_{2m\acute{a}x}$ )

Variables categóricas: Estado de crecimiento y desarrollo, etnicidad y características sociodemográficas.

### **Aspectos bioéticos**

La incorporación de los sujetos al estudio se dio cuando a los sujetos se les realizó una invitación para participar en el proyecto, dejando espacio para las dudas, y en su caso Arturo García G. quien fue mi compañero de investigación, traductor, ayudante y amigo, conversó con muchos de los jóvenes rarámuris explicándoles en sus términos y lengua en que consistía el trabajo y las condiciones para el mismo. A todos se les comunicó y explicó que su participación en el estudio era voluntaria, y que no había ninguna manera de obligarlos a

participar, y que tampoco habría pago, para evitar cualquier tipo de coerción, de igual manera se les explicó que en el momento en que decidieran abandonar el estudio no habría ningún impedimento por nuestra parte para que así lo hicieran. Todos firmaron un consentimiento informado que se muestra al final (Anexo I), solamente fue necesaria su firma en caso de ser mayores de edad, en el caso de ser menores fue necesaria la firma de sus padres, y en algunos casos la del responsable directo de ellos en el internado o lugar donde se encontrasen, siendo siempre necesarias las firmas de los responsables y del participante, así como las de algún testigo y del encargado del proyecto. (Anexo I)

También tratándonos de apegar a las costumbres y la importancia de las autoridades locales tradicionales les informamos sobre el trabajo que realizamos y les solicitamos su permiso.

Todos los riesgos se trataron de controlar, y de manera continua durante las pruebas de capacidad aeróbica se estableció frecuente comunicación para conocer el estado y sensaciones del sujeto.

La asignación de la etnicidad se dio en términos lingüísticos y por la forma de vida.

### **Técnicas para la recolección de la información**

Posterior a la obtención de la aprobación de los sujetos y de sus padres o responsables de su cuidado (en los menores) por medio de la firma de una carta de consentimiento informado se obtuvieron los siguientes datos:

Para conocer **las condiciones de vida** se realizó un cuestionario donde se preguntó al sujeto sus datos generales y las condiciones en que vive, que incluyeron el material de sus hogares, así como la ocupación de sus padres, y en este mismo cuestionario se les preguntó sobre algunos hábitos de salud ligados al consumo de alcohol y tabaco (Anexo II).

De manera conjunta obtuvimos algunos datos de su **estructura familiar**, donde se les aplicó una genealogía que recuperó los datos sobre el número y sexo de los integrantes de la familia, la lengua y la etnicidad de los familiares, así como las causas de muerte y enfermedades crónicas y metabólicas reportadas o que se tuviera conocimiento de cada uno de los miembros. La genealogía consideró el nivel de los sujetos estudiados, el de sus padres y sus abuelos.

En lo referente a los patrones de **actividad física** se realizó un cuestionario de las actividades realizadas en los siete días previos de acuerdo al cuestionario internacional de actividad física (IPAQ por sus siglas en inglés), para conocer los patrones de actividades moderadas, vigorosas y sedentarias. Esta herramienta se ha validado a nivel internacional, pero de todas formas el cuestionario fue aplicado de manera personal, para que se entendieran las preguntas perfectamente, y se aclaró cualquier duda.

Al final de este cuestionario de manera separada al contenido del IPAQ agregamos algunas preguntas sobre actividades como las caminatas, participación en danzas y el trabajo en el campo a lo largo del año y el lugar donde las realiza permitiendo conocer las pautas y su contexto, generando un dato cualitativo en este campo (Anexo III).

**El estado de crecimiento y la composición corporal** se determinaron por medio de antropometría considerando su alta fiabilidad, bajo costo y poca invasividad. Los criterios de medición son los establecidos en el perfil restringido de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK por sus siglas en inglés) anexando algunas variables del perfil completo (ISAK, 2001). Las medidas se tomaron con un antropómetro GPM, un plicómetro marca Harpenden, y cinta métrica metálica Rosscraft. Los puntos y las medidas se aplicaron de acuerdo a lo indicado en el protocolo de ISAK (ISAK, 2001) excepto la medida de la longitud del brazo que fue tomada del punto acromion a dactilion directamente. La cédula se presenta en el anexo IV.

Las **condiciones de salud** se determinaron mediante los datos antropométricos como índices de crecimiento y desarrollo y su asociación con las condiciones de vida como plantean Eveleth y Tanner (1976). Las referencias usadas fueron las de NCHS del año 2000 (Kuczmarski, *et al.* 2002).

El **estado de desarrollo** se determinó por medio de la autodeterminación del estado de desarrollo en la escala de Tanner, y se asociaron otros caracteres como la presencia de vello axilar y facial, junto con la presencia de un timbre de voz grave o de tipo adulto, que se asocia con etapas iguales o mayores al estadio 4 en la escala de Tanner e implica que ya se superó al pico de máxima velocidad en el crecimiento durante la adolescencia que está altamente asociado con los incrementos en la capacidad aeróbica (Ortega, *et al.* 2007) (Véase Anexo V).

La determinación del **consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>)** se realizó por medio de la aplicación del protocolo previo aplicado por Pasquet y colaboradores (2005), basándose en el test de Margaria *et al* (1965) que consiste en el ascenso y descenso a un banco o escalón de 40 centímetros de alto, con tres niveles de intensidad submáximas; 15, 27 y 34 ascensos por minuto que fueron marcados por un metrónomo. Durante la ejecución se tomaran los valores del consumo de O<sub>2</sub> de manera continua, pero para estimar el VO<sub>2</sub> máximo se utilizaron las ultimas lecturas de la primeras dos velocidades entre el final del los minutos 5to y el 6to minuto. Cuando los sujetos consideraron suspender la prueba, o alcanzaron el máximo estimado de su frecuencia cardiaca se concluyo la prueba. La cuantificación del VO<sub>2</sub> se realizó por calorimetría indirecta a través de un calorímetro transportable modelo Fitmate Pro de la marca COSMED que ya ha sido previamente validado para estas aplicaciones (Nieuman *et al.*2006; 2007).



**Foto 2 realización de la prueba.**

De manera conjunta se tomaron otras **variables fisiológicas** como la frecuencia cardiaca que se determinó de manera clínica en reposo (latidos por minuto tras al menos 5 minutos de reposo absoluto, y durante la actividad por medio de un dispositivo POLAR

incluido en el equipo (Fitmate Pro de la marca COSMED), y la presión arterial se midió en reposo y en cada nivel de trabajo durante la prueba, cada una al final de cada velocidad, mediante un esfigmomanómetro anerode manual Modelo Silver Ring (WA5098-27) de la serie Tycos de la marca Welch Allyn, certificado por el fabricante con una precisión de  $\pm 3\text{mm.Hg}$ .

El **manejo estadístico** de los datos se hizo por medio del programa SPSS versión 11.0. Se calcularon las frecuencias para las variables sociodemográficas y los promedios y desviación estándar de las variables antropométricas fisiológicas y de actividad física. Las pruebas usadas fueron: la prueba T- Studen, Correlación de Pearson y en algunos casos también se aplicó la prueba ANOVA.

## Capítulo IV

### Resultados

#### Características sociodemográficas de la muestra

En este apartado hacemos una breve descripción sobre algunos indicadores que nos permitan ubicar las condiciones de vida de los sujetos que participaron en el estudio. Los datos se presentan de forma separada para el grupo de mestizos y rarámuris.

Cuando nos referimos al **lugar del estudio** mencionamos el número de sujetos que fueron evaluados en los “centros urbanos”, donde se concentran para estudiar y por razones logísticas fue donde se realizó el estudio; así para el caso de los mestizos, encontramos que 24 sujetos (82.8%) fueron estudiados en Guachochi, y 5 sujetos (17.2%) en Norogachi. Mientras que en el caso de los rarámuris, 14 sujetos (51.9%) se estudiaron en Norogachi, 7 sujetos (25.9%) en Muracharachi y 6 (22.2%) en Guachochi.

El lugar de origen de los sujetos que participaron en el estudio separados como mestizos y rarámuris se muestra en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Lugar de origen de los participantes mestizos

<b>Lugar de origen</b>	<b>individuos por lugar</b>
Chihuahua	1
Edo de México	1
Guachochi	18
Llano grande	1
Norogachi	6
Sn Juanito	1
Sta. Bárbara	1
<b>Total</b>	<b>29</b>

Cuadro 2. Lugar de origen de los participantes rarámuris

<b>Lugar de origen</b>	<b>individuos por lugar</b>
Basiahuarachi	1
Basigochi	2
Choguita	1
Choreachi	1
Cochérare	2
Guachochi	4
Muracharachi	2
Naweachi	4
Norogachi	3
Rosanachi	1
Seyorachi	1
Sirírachi	1
Tegomachi	1
Tajírachi	1
Tonachi	1
Wasiahuarachi	1
<b>Total</b>	<b>27</b>

Las **becas** que reciben los jóvenes por medio del programa de *Oportunidades* del gobierno federal y las becas de la *Fundación Llaguno* juegan un papel importante en la “Sierra”, pues la situación económica de muchos de los jóvenes los empujaría a abandonar los estudios rápidamente, de hecho en el caso de los jóvenes rarámuris estas becas del sistema “Oportunidades” da un apoyo económico extra a las familias en base al número de hijos que se encuentren estudiando en ese momento, generando una gran fuerza para que muchos jóvenes rarámuris lleguen a la secundaria y al bachillerato, cuya importancia es mayor en el poblado de la sierra como Norogachi y Muracharachi. En el caso de los mestizos las becas no juegan un papel tan importante, aunque también son un buen aliciente para su permanencia en la escuela. La mayor razón de esto se debe a las diferencias en las condiciones de vida y el contexto cultural, pues en el caso de los rarámuris la seguridad alimentaria que encuentran en los internados y albergues también juega un papel importante, además de ser un mecanismo útil en la reducción de la carga económica para los padres y que de prolongarse como es requerido para incrementar el nivel de estudios de sus hijos sería insoportable para una familia rarámuri, pues el número de hijos lo dificulta mucho, al ser

notablemente mayor que el de las familias mestizas (Véase más adelante el número de hijos por familia). Los número que se muestran en la Cuadro 3, y nuestras observaciones confirmaron que los dos jóvenes rarámuris que no contaron con beca (7.4%). habitan en Guachochi junto con sus padres siendo una minoría y mostrando un comportamiento atípico

Ante nuestros ojos nos resulta difícil emitir un juicio respecto al beneficio o perjuicio que significan las becas y su papel en el proceso de transculturación en las comunidades indígenas, y solo podemos respetar las decisiones que toman las familias, pues es en su realidad donde ellos deciden, y son ellos quienes la afrontan día a día.

Cuadro 3. Frecuencia de sujetos según recepción de becas

<b>Beca</b>	<b>Mestizo</b>		<b>Rarámuri</b>	
	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
No cuentan con beca	10	34.5	2	7.4
Oportunidades	19	65.5	19	70.4
Fundación Llaguno	0	0	3	11.1
Oportunidades y Llaguno	0	0	3	11.1
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

El **trabajo en el campo** es una actividad moderada, que demanda actividad física por horas con una alta exposición al sol, y de forma general influye en la percepción del esfuerzo y el cansancio. Dadas las condiciones geográficas, sociales y económicas de la región el **trabajo en el campo** es una actividad regular entre los habitantes de la Sierra, pero muestra diferencias en las frecuencias entre los mestizos y los rarámuris, esta información se presenta en la cuadro 4, donde se observa que los porcentajes se invierten en cada grupo, y podemos observar que en los rarámuris casi todos (85%) indican trabajar en el campo, mientras que una tercera parte de los mestizos (31%) respondió que lo hacen. De igual manera la frecuencia con que se realizó este trabajo fue mayor en los rarámuris (cuadro 5), pues más de mitad de los que respondieron trabajar en el campo lo hacen normalmente y un tercio de ellos lo hizo en temporadas, mientras que en los mestizos, del tercio que respondió que trabaja en el campo solo la mitad (17%) trabajó en el campo con regularidad y el resto lo hizo solo en temporadas (14%).

Cuadro 4. Casos que respondieron trabajar en el campo

<b>Trabajo en el campo</b>	<b>Mestizo</b>		<b>Rarámuri</b>	
	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
No	20	69	4	15
Si	9	31	23	85
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

Cuadro 5. Número de casos según la frecuencia con que trabaja en el campo

<b>Frecuencia de trabajo en el campo</b>	<b>Mestizo</b>		<b>Rarámuri</b>	
	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Nunca	20	69	4	15
En temporadas	4	14	8	30
Normalmente	5	17	15	55
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

Por lo que respecta a las **personas con quien vive** y que se hacen cargo de manera habitual de los jóvenes (cuadro 6); tanto rarámuris como mestizos respondieron en un alto porcentaje que viven en su casa con sus dos padres, (79% en los mestizos y el 70% en los rarámuris), de igual manera solo un par de sujetos respondió ser cuidado por uno de sus progenitores. Un mismo número de casos (4) respondió vivir con algún familiar y dos jóvenes rarámuris respondieron que viven solos.

Cuadro 6. Frecuencia de casos de acuerdo a las personas con quien vive

<b>Personas con quien vive</b>	<b>Mestizo</b>		<b>Rarámuri</b>	
	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Con ambos padres	23	79	19	70
Sólo con su madre	2	7	1	4
Sólo con su padre	0	0	1	4
Con familiares	4	14	4	15
Solo	0	0	2	7
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

El **tamaño de la familia** se determinó mediante las genealogías, y pudimos observar que el número de hijos por familia fue mayor en los rarámuris (con un valor de  $p < 0.005$ ) pues tuvieron en promedio 5.6 (D.E.= 2.1) hijos, con familias de hasta 11 hijos, mientras que los mestizos tuvieron en promedio 3.3 (D.E. 1.1) hijos y un máximo de 7 hijos por familia. La frecuencia de hijos fue similar por sexo, donde los rarámuris presentaron un mayor número de individuos varones (3.1, frente a 2.1) como de hijas por familia (2.4 frente a 1.2). Como habíamos mencionado antes, estas diferencias en el tamaño de la familia y la carga que representa el dar estudios a los hijos, expresa una praxis distinta en nuestro contexto y en el de ellos, pues en el contexto tradicional ellos pueden realizar otras actividades que apoyan la economía familiar como el pastoreo y la ayuda en el campo en general, o incluso muchos jóvenes que seguían estudiando en otras condiciones ya se habrían casado y tendrían un hogar a su cargo, los beneficios familiares obtenidos por medio de las becas y los apoyos a la familias determinadas por el número de hijos inscritos en la escuela representa una nueva estrategia de supervivencia para las familias rarámuris, que implica algunos costos y beneficios con los que las familias rarámuris tiene que lidiar.

Para conocer las condiciones físicas del hogar, se les realizaron diferentes preguntas, una de ellas fue sobre el **material con que estaba construida su casa** (cuadro 7), encasillándose en tres materiales principalmente que son los más usados en la sierra. El “ladrillo” que es una construcción más costosa y duradera, que denota cierto poder adquisitivo fue el más común entre los mestizos alcanzando más de dos terceras partes de la muestra (69%), mientras que en el caso de los rarámuris una sexta parte construyó con ese material. El otro tipo de construcción que fue el más habitual entre los rarámuris (67%). El segundo empleado por los mestizos (28%) fue el “adobe” que es un material relativamente duradero, de fácil acceso, y que ante el clima extremo de la sierra provee un buen aislamiento, siendo fresco en el verano y dejando fuera el frío en el invierno. Finalmente la madera fue el segundo material usado por los rarámuris para construir sus casas (18%), muy escasamente utilizado por los mestizos (un caso 3%). Este material es de fácil acceso en la sierra, con él los rarámuris hacen casi todas sus herramientas y estructuras como los corrales y cercas. Un rasgo cultural de las construcciones rarámuris, es que suelen tener la característica de ser fácilmente edificables y reparables, pues en un pasado no muy lejano para muchos y aún común en los poblados más tradicionales de la alta tarahumara, se tiene la

costumbre de habitar en las partes altas en el verano y en las barrancas durante el invierno para escapar de las frías temperaturas que llegan a varios grados bajo cero. Por lo tanto las construcciones se abandonan durante algunos meses y se reparan cuando se ocupan, además debemos tomar en cuenta que es poco práctico y costoso acarrear y comprar materiales como el ladrillo y el cemento. El tipo de vida rarámuri ha sido capaz de tomar de su entorno lo necesario para sobrevivir, y lo han hecho de manera eficiente como una sencilla casa de madera de troncos entrecruzados horizontalmente, cuyos huecos se sellan con lodo, y que en la actualidad cuentan con techos de lámina que han financiado algunas campañas gubernamentales y ONGs.

Cuadro 7. Material de su casa

Material de su casa	Mestizo		Rarámuri	
	n	%	n	%
Ladrillo	20	69	4	15
Adobe	8	28	18	67
Madera	1	3	5	18
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

Otro rasgo importante en las condiciones de vida pero sobre todo de salud es el **material del piso** (cuadro 8), pues la asociación del piso de tierra con una alta morbilidad es tan alta que tanto el gobierno como algunas organizaciones civiles como la Fundación Llaguno, han impulsado programas como “Piso firme” instrumentado por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). Dichos programas han logrado poner cemento en los pisos de muchas casas en localidades rurales, pero a pesar de los esfuerzos, en el caso de nuestra muestra todavía se indican algunos casos de hogares sin piso de cemento (4 casos, 15%), y que generalmente se ubicaron en rancherías más lejanas de los centros urbanos de Guachochi y Norogachi. En el caso de todos los mestizos se reportó que su vivienda tenía piso de cemento.

Cuadro 8. Material del piso de su casa

Material del piso de su casa	Mestizo		Rarámuri	
	n	%	n	%
Cemento	29	100	23	85
Tierra	0	0	4	15
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

Otro recurso altamente importante para la salud, pues de ello depende la vida misma y la higiene, es **el agua**. A pesar de ser decretado como un derecho universal, es un recurso que se desperdicia en altas cantidades por las industrias y los hogares en los centros urbanos, mientras que en la sierra es un recurso muy escaso, y más aún para los rarámuris. El 94% de los mestizos informan tener agua entubada, menos de la mitad de los rarámuris (48%) indicaron tener acceso al agua en sus casas, ya sea por medio de tuberías o por mangueras. En la gran mayoría de las rancherías los sistemas hidráulicos funcionan con mangueras instaladas por organizaciones no gubernamentales como la “Fundación Llaguno”, que han permitido de manera eficiente el acceso al agua para muchas de estas comunidades y rancherías. El segundo medio de acceso al agua en las comunidades de la sierra son los pozos, que abastecen a poco menos de una tercera parte de los rarámuris de nuestra muestra (22%) y a un hogar mestizo, esto gracias a la disposición de estas fuentes de agua cercana a su hogar. Su empleo implica acarreo regular para las diversas necesidades diarias. Consideramos que los pozos juegan un papel importante en el acceso al agua para muchos de los rarámuris, y gracias a la intervención de las organizaciones no gubernamentales y algunas gubernamentales es posible su construcción.

Pero como podemos ver en la cuadro 9 por desgracia cerca de una tercera parte de los rarámuris y un mestizo indican no tener acceso al agua por las dos vías antes mencionadas, lo que implica que el acceso al agua solamente se puede dar por medio de ríos, arroyos, estanques y charcos, que implican altos riegos y frecuencias muy altas de trastornos gastrointestinales, mismas que son una de las principales causas de enfermedad y muerte en la Sierra. Lo anterior deja una cuenta pendiente con muchos habitantes de la región, y que a mi consideración las obras que facilitan y permiten el acceso al agua son las mejores formas de luchar contra la marginación, la pobreza y la enfermedad, pues el impacto de estas obras

es enorme, sobre todo al no crear dependencias económicas, y que no influyen tan profundamente en los procesos económicos y sociales. Además no implican procesos de enculturación tan profundos como la educación, la religión y otras formas de ayuda condicionada a la incorporación de ciertas formas de pensamiento, que influyen tan fuertemente en la forma de vida y las estructuras sociales de estos grupos que llamamos “nativos”.

Cuadro 9. Tipo de suministro de agua

Suministro de agua	Mestizo		Rarámuri	
	n	%	n	%
Entubada	27	94	13	48
Pozo	1	3	6	22
Ninguna de las dos	1	3	8	30
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

Otro satisfactor que es muy útil, pero no tan indispensable como el agua es la **energía eléctrica**, que crea en algunos casos una menor dependencia de la leña, aumenta las horas de iluminación en los hogares rarámuris y facilita el acceso a algunos medios de comunicación como la radio que juega un papel muy importante en la comunicación entre poblados muy lejanos por medio de mensajes.

El acceso a la energía eléctrica en la Sierra se da por dos vías principalmente, una de ellas es por medio de un sistema de cableado en los centros urbanos y el otro es por medio de un sistema de fotoceldas solares. Los datos que se muestran en la cuadro 10 indican que casi todos los mestizos cuentan con energía por medio del cableado (93%), y solo dos sujetos (7%) dependieron de la energía solar para acceder a la energía eléctrica, mientras que en el caso de los rarámuris la mayor parte de la muestra no cuenta con energía eléctrica (11 casos, 41%). De aquellos que si cuentan con ella, poco más de la mitad, (una tercera parte de la muestra 33%) cuenta con energía eléctrica por medio del cableado, y el 26% restante obtiene la energía eléctrica por celdas solares, lo que implica que solo poco más de la mitad de los sujetos cuenta con tal servicio.

Cuadro 10. Acceso a la energía eléctrica

Acceso a la electricidad	Mestizo		Rarámuri	
	n	%	n	%
No tiene luz	0	0	11	41
Por cableado	27	93	9	33
Solar	2	7	7	26
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

Otro indicador que constituye una fuente importante para el control de muchas enfermedades es el contar con **sanitarios y letrinas**, pues esto impide el fecalismo al aire libre que favorece la propagación de bacterias y parásitos causantes de enfermedades gastrointestinales.

Los datos que se muestran en el cuadro 11 indican que un alto número de jóvenes rarámuris (52%) y solo un mestizo no contaron ni con sanitarios, ni letrina, lo que implica que el defecar al aire libre es muy regular, y en especial en las rancherías más lejanas, donde no han llegado campañas para construir letrinas secas. Solamente cuatro rarámuris y tres mestizos respondieron tener solamente letrina, mientras que la gran mayoría de los mestizos (79%) y el 18% de los rarámuris manifestaron tener sanitarios en su hogar. Finalmente dos mestizos y cuatro rarámuris contaron con sanitarios y letrina en su hogar.

La mayor explicación el comportamiento de este indicador corresponde en primer grado al nivel de urbanización y diferencias culturales ligadas al que hacer con los desechos del cuerpo, pues la vida pastoril de los rarámuris que implica un constante movimiento, promueve que en cualquier lugar se pueda defecar, dada la dispersión que tienen sus asentamientos no genera una problemática tan grande en torno al fecalismo como la que se genera entre los habitantes que viven en espacios con mayor densidad de población.

Cuadro 11. Baño y letrina en el hogar

Baño y letrina en el hogar	Mestizo		Rarámuri	
	n	%	n	%
Ni sanitario ni letrina	1	3	14	52
Solamente letrina	3	10	4	15
Solamente sanitario	23	79	5	18
Sanitario y letrina	2	7	4	15
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

Dentro de los indicadores socioeconómicos tomados se contempla la ocupación paterna y materna, que nos informan sobre el tipo de actividades que realizan los padres, y que están muy ligados a los ingresos que se perciben en el hogar y a la escolaridad de los mismos. Todo ello asociado a las posibilidades sociales y culturales otorgadas previamente.

En el caso de los rarámuris observamos que la ocupación se mueve en un campo mucho más tradicional, donde la mayoría de los padres se dedicaron al trabajo del campo (52%) y las madres al hogar completamente (70%), aunque es por demás sabido que las demás madres aparte de tener un empleo remunerado económicamente también se hacen cargo del hogar (cuadro 13), y como rasgo general las ocupaciones de los padres rarámuris fueron principalmente manuales como se puede ver en la cuadro 12.

Cuadro 12. Ocupación del padre en rarámuris

<b>Ocupación del padre</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Agricultor y artesano	1	4
Albañil	1	4
Empleado del albergue	3	11
Campesino	14	52
Empleado federal	1	4
Maestro	3	11
Obrero	1	4
no se sabe	3	11
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

Cuadro 13 Ocupación de la madre en rarámuris

<b>Ocupación de la madre</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Empleada en un albergue	3	11
Cocinera	2	7
Hogar	19	70
Trabajadora doméstica	1	4
no sabe	2	7
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

En el caso de los padres mestizos podemos observar (cuadro 14), que si bien también hay una alta proporción de padres que realizan actividades manuales, hay una mayor variedad de ocupaciones y algunas que implican mayor escolaridad, aunque cabe resaltar que este último elemento es más importante y útil para nuestro contexto cultural.

En el caso de las madres poco más de la mitad se dedicó al hogar solamente, mientras las restantes tuvieron diferentes trabajos aparte del doméstico (los resultados se muestran en la cuadro 15).

Cuadro 14. Ocupación del padre en mestizos

<b>Ocupación del padre</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Administrador	1	3
Agricultor	1	3
Albañil	2	7
Campesino	2	7
Construcción	1	3
Contador	1	3
Electricista	1	3
Empleado	1	3
Farmacéutico	1	3
Ganadero	1	3
Empleado del INEGI	1	3
Maestro	5	17
Mecánico	1	3
Médico	1	3
Músico y Chofer	1	3
No se sabe	2	7
Palettero	1	3
Panadero	1	3
Promotor de Salud	1	3
Servicio forestal	1	3
Velador	1	3
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100</b>

Cuadro15. Ocupación de la madre en mestizos

<b>Ocupación de la madre</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Cocinera	1	3
Comerciante	1	3
Empleada en educación	1	3
Enfermera	1	3
Estilista	1	3
Hogar	16	55
Maestra	2	7
Maquila	1	3
Panadera	1	3
Promotora de Salud	1	3
Psicóloga	1	3
Secretaria	2	7
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100</b>

Datos como el **estado civil** y tener **hijos** también fueron colectados, y se encontró que todos los rarámuris respondieron no estar casados ni tener hijos, respuesta que no reproduce la costumbre, pues de acuerdo a las prácticas tradicionales, estos jóvenes ya tendrían hijos, y lo más seguro es que no estuvieran estudiando, pero los cambios sociales y los programas de apoyo han transformado este panorama. El único caso que contestó tener un hijo es un mestizo casado, quien tuvo un hijo.

En los aspectos ligados al **consumo de alcohol y cigarros** los resultados que se muestran en el cuadro 16 expresan una mayor proporción de jóvenes rarámuris que consumen bebidas alcohólicas (63%) en comparación con los mestizos (38%). Esto se puede explicar principalmente por un elemento cultural que conlleva el consumo de tesgüino (que es una cerveza de maíz) y se consume en un contexto ritual, y juega un papel importante en la organización social, como ya lo ha planteado Kennedy (1963). Este hecho lo podemos constatar con los datos, y con nuestras observaciones, pues las mayores frecuencias de consumo de alcohol y el tipo del mismo (tesgüino) en rarámuris tiene una frecuencia mayor a un mes, que corresponde con la periodicidad con que un sujeto puede ser invitado a un tesgüino según Kennedy (1963). En cambio, entre los mestizos las frecuencias habituales de consumo son menores a un mes (entre cada semana y cada mes) y obedecen a otro contexto cultural de consumo.

Cuadro 16. Consumo de bebidas alcohólicas

Consumo de bebidas alcohólicas.	Mestizo		Rarámuri	
	n	%	n	%
Nunca	18	62	10	37
Cada cuatro meses	0	0	1	4
Cada tres meses	3	10	1	4
Cada dos meses	0	0	5	18
Cada mes	3	10	7	26
Cada quincena	2	7	2	7
Cada semana	3	10	1	4
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

Por lo que respecta al consumo de tabaco (cuadro 17) que es más frecuente entre los jóvenes rarámuris (41% frente a un 17%), que en gran medida se puede explicar por el arraigo de este hábito en la vida cotidiana de los rarámuris y la ausencia de prejuicios respecto al tabaco, así como un desconocimiento de sus efectos sobre la salud. Además de que los rarámuris ya desde hace años acostumbran consumirlo regularmente y en especial en las fiestas, que como relatan los trabajos etnográficos de Bennett y Zinng (1935) y Acuña (2007) quienes encuentran que el consumo de tabaco era regular y se consumía en hojas de maíz, además de que el tabaco es un elemento muy importante en la convivencia cuando se platica y bebe en las tesgüinadas (fiestas donde se consume tesgüino).

Cuadro 17. Consumo de tabaco

Consumo de tabaco	Mestizo		Rarámuri	
	n	%	n	%
Nunca	24	83	16	59
Cada mes	0	0	3	11
Cada quincena	2	7	0	0
Cada semana	3	10	5	19
Cada tercer día	0	0	3	11
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

## Características antropométricas de la muestra

En este apartado se describen las características físicas, de crecimiento y el estado de desarrollo de los jóvenes de la muestra, así como sus diferencias.

### *Salud y crecimiento físico*

Como ya ha sido planteado anteriormente la situación de crecimiento en que se encuentra un sujeto o un grupo de ellos nos ofrece un dato acumulativo que expresa de manera general sus condiciones de salud y nutrición (Eveleth y Tanner, 1976). Con base en lo anterior se posibilita la estimación de la situación de un grupo por medio de algunos indicadores como el peso y la estatura, que de manera general reflejan la situación próxima por medio del peso, pero también de largo plazo y con un sentido acumulado a través de la estatura (Tanner, 1986).

Por lo tanto basándonos en estos indicadores intentamos determinar las condiciones de salud y nutrición de la muestra usando como referencia los datos del Centro Nacional para la Salud y Estadísticas del año 2000 (NCHS en inglés), (Kuczmarski, *et al.* 2002). De estas referencias se tomaron la media y la desviación estándar del peso para la edad, de la estatura para la edad y del IMC para a edad, datos con que se determinó el puntaje  $Z$ <sup>29</sup>. Posteriormente se aplicaron los puntos de corte usados por Frisancho (1990) para el puntaje  $Z$  y su correspondencia con los percentiles 5, 15, 85 y 95<sup>30</sup>, cuya aplicación es válida para una distribución normal. Tras esto se colocaron a los sujetos dentro de estos rangos, donde aquellos sujetos que se ubicaron por debajo del percentil 5, y que corresponden a dos desviaciones estándar por debajo de la media, fueron clasificados como con “bajo peso” (peso), “estatura baja” (estatura) y “desnutrición” (IMC), los casos que se encontraron entre el percentil 5 y el 15 fueron clasificados como “por debajo del promedio” en los tres indicadores (peso, estatura, e IMC), los datos agrupados entre los percentiles 15 y 85 fueron clasificados como “dentro del promedio”, de manera similar los datos ubicados entre el percentil 85 y el 95 fueron clasificados como por encima del promedio en peso y estatura y como con sobrepeso grado I en el IMC, finalmente aquellos sujetos que se encontraron por

---

<sup>29</sup> Puntaje  $Z = \text{Valor del sujeto} - \text{Media de la referencia} / \text{desviación estándar de la referencia}$

<sup>30</sup> Cabe señalar que la utilización de tales referencias y puntos de corte se basan en la necesidad de la aplicación de referencias, que en este caso son extranjeras ante la ausencia de referentes mexicanos o latinoamericanos.

encima del percentil 95 fueron clasificados como “peso elevado” (peso), “estatura alta” (estatura) y sobrepeso II (IMC).

Los resultados sobre el crecimiento visto a través del **peso para la edad** informan sobre la condición nutricia relacionada con periodos próximos a la toma de la medida, que expresa estados de sobrepeso, desnutrición o si el peso del sujeto es adecuado, en este caso los datos indican que la mayor parte de mestizos y rarámuris, se encontraron dentro del promedio, 24 mestizos equivalentes al 83% y 17 rarámuris que corresponden al 63%, un par de casos (7%) de mestizos tuvieron peso elevado para la edad (peso > al percentil 95), que los pondría en una condición de riesgo, mientras que solo un rarámuri (4%) tuvo peso por encima del promedio. Las mayores diferencias entre muestras suelen encontrarse en los casos por debajo del promedio, donde siete jóvenes rarámuris (26%) se encontraron en dicha condición, mientras que sólo dos casos de mestizos (7%) se encontraron así, siendo esta una posición de riesgo nutricional. Finalmente los casos que se ubicaron por debajo del percentil 5 que pueden considerarse con un riesgo muy elevado para su salud, fueron tres casos, de los cuales dos fueron rarámuris (7%), y uno mestizo (3%). Si se consideran los puntos que refieren a los percentiles 3 y 97 propuestos por CDC- NCHS del peso para la edad que equivalen al valor del score Z menor a -1.881 y mayor a 1.881 (Kuczmarski, *et al.* 2002), todos los datos se encuentran dentro del rango de normalidad exceptuando dos jóvenes mestizos (7%) que se encontraron con un peso elevado para la edad al estar por encima del percentil 97. Los resultados se muestran en la figura 2.

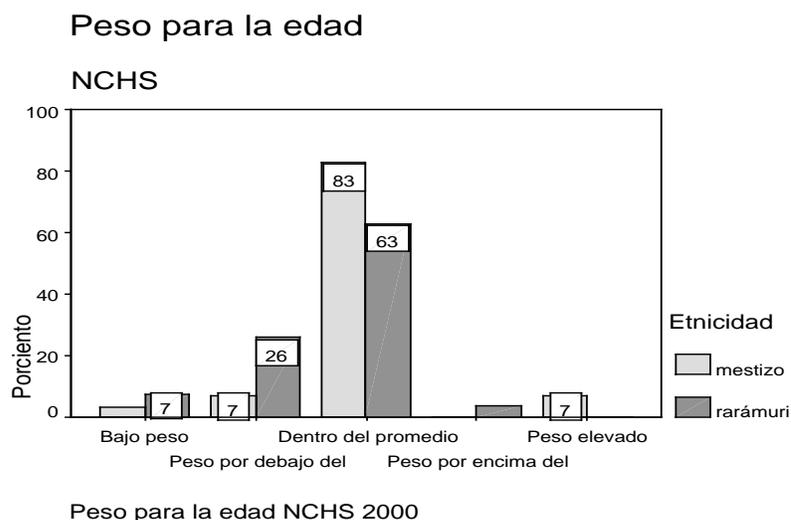


Figura 2. Peso para la edad de acuerdo a las referencias de NCHS 2000

El siguiente indicador que tomamos fue la **estatura para la edad**, cuyos resultados se muestran en la figura 3, donde al parecer esta medida mostró mayores diferencias entre mestizos y rarámuris, dado que si bien la mayoría de los dos grupos se encontró dentro del promedio con 25 mestizos (86%), y 16 rarámuris (59%), hubo dos mestizos (7%) que se encontraron por encima del promedio con estatura elevada. También se observaron dos rarámuris (7%) y un mestizo (3%) “Por debajo del promedio”, pero donde se observaron mayores diferencias fue en la “estatura baja” donde 9 rarámuris (33%) se ubicaron, y solo un mestizo (3%), indicando una afectación del crecimiento de la muestra en rarámuris.

Como parte del análisis usamos también el percentil 3 y 97 de la estatura para la edad del CDC-NCHS 2000, para buscar los casos extremos, encontrando que el 97% (28 casos) de los mestizos y el 78% (20 casos) se encontraron dentro del margen de normalidad, mientras que un caso de los mestizos (3%) y seis (22%) de los rarámuris se encontraron por debajo de la percentil 3, expresando una mayor afectación en la estatura para la muestra de rarámuris, hecho que concuerda con los indicadores sociodemográficos que suelen indicar condiciones más difíciles para los rarámuris y un acceso limitado y variable durante todo el año de los alimentos, junto con otros recursos importantes como el agua.

Aunque también es justo asumir que las referencias son de otras poblaciones, y puede tener algún impacto, pues la ausencia de referencias propias y para los diversos grupos nativos persiste.

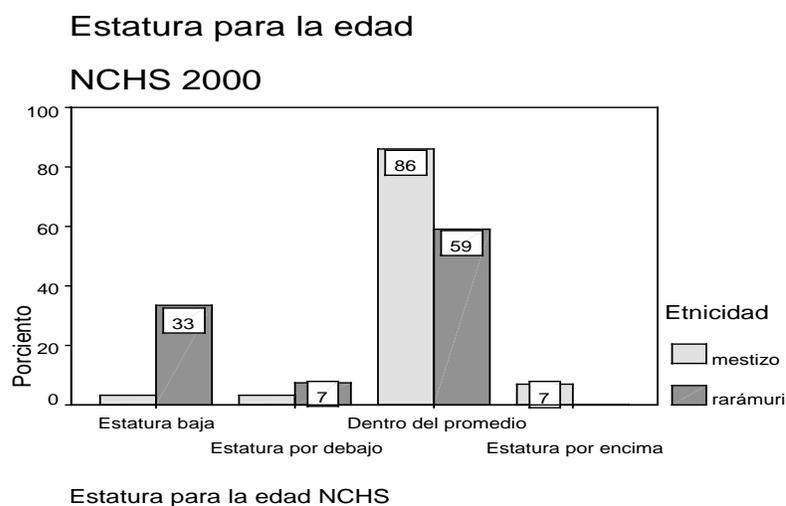


Figura 3. Estatura para la edad de acuerdo a las referencias de NCHS 2000

También se analizó el **índice de la masa corporal para la edad** como un indicador global del estado nutricional. Donde no hubo casos con una emaciación evidente, pero tres mestizos (10%) y cinco rarámuris (19%) se encontraron por debajo del promedio, indicando un peso bajo en relación a la estatura, que puede ser entendido como una situación de riesgo.

La mayoría de los mestizos y rarámuris se encontraron dentro del promedio para este indicador siendo 24 mestizos (83%) y 22 rarámuris (81%).

Solamente encontramos dos casos de mestizos (7%) con sobrepeso grado II según NCHS, aunque según los criterios de Cole *et al.* (2000), uno de ellos se podría considerar en sobrepeso tipo I, aunque ambas situaciones se consideran riesgosas. Véase figura 4.

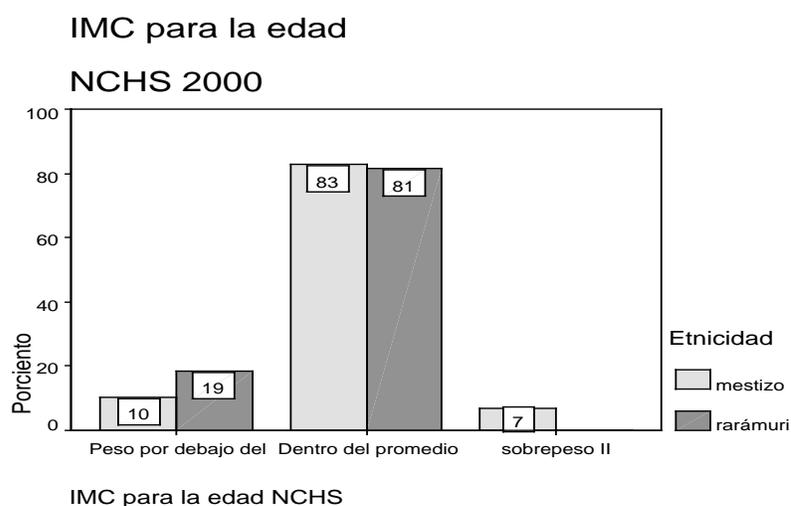


Figura 4. Índice de la masa corporal (Kg. /m<sup>2</sup>) para la edad de acuerdo a las referencias de NCHS 2000

#### *Análisis de las variables antropométricas*

Las medidas que se presentan son aquellas descritas en el manual de ISAK (ISAK, 2001) exceptuando la longitud del brazo que fue tomada de acromion a dactilion. En la cuadro 18 se expresan las medidas y contrastes entre los sujetos de la muestra, donde se pueden observar diferencias estadísticas con valores más bajos en los rarámuris en casi todas las variables. Hecho que se puede explicar porque la muestra rarámuri es en promedio más joven que la de los mestizos ( $15.77 \pm 2.06$  en rarámuris y  $17.04 \pm 1.38$  en mestizos,  $\alpha < .01$ ), por lo que se puede asumir que gran parte de estas diferencias son resultado de los diferentes estatus de crecimiento y desarrollo inherentes a la edad y grado de desarrollo alcanzado, que se refleja estadísticamente en el estadio según la escala de Tanner.

Cuadro 18. Variables antropométricas de la muestra completa incluidas todas las edades, comparando entre mestizos y rarámuris

<i>Variables antropométricas</i>	<b>Mestizos n=29</b>	<b>Rarámuris n=27</b>	<b>valor p</b>
Estadío de Tanner	4.59 (0.57)	3.89 (0.80)	**
Peso en Kilogramos	61.57 (8.90)	51.39 (9.80)	**
Estatura total	172.93 (5.27)	163.10 (9.32)	**
Talla sentado	90.62 (3.35)	86.48 (5.27)	**
Altura trocantería	91.26 (3.64)	84.42 (4.44)	**
Longitud del muslo	45.45 (2.31)	41.51 (2.26)	**
Altura tibial lateral	45.81 (1.97)	42.91 (2.59)	**
Longitud del pie	25.77 (1.03)	24.44 (1.34)	**
Longitud del brazo	76.83 (2.68)	71.35 (4.28)	**
Distancia biacromial	38.45 (1.68)	36.67 (2.43)	**
Distancia biiliocrestal	26.82 (1.93)	24.70 (1.77)	**
Distancia transversal del tórax	28.02 (1.95)	26.50 (1.93)	**
Distancia anteroposterior del tórax	19.72 (1.67)	18.50 (1.46)	**
Distancia biepicondilar del humero	6.83 (0.29)	6.56 (0.34)	**
Distancia biepicondilar del femur	9.74 (0.33)	9.32 (0.44)	**
Perímetro del brazo relajado	26.73 (2.53)	24.56 (3.01)	**
Perímetro del brazo flexionado y en tensión	29.01 (2.20)	27.05 (3.33)	*
Perímetro de la cintura	73.36 (6.40)	69.34 (5.16)	*
Perímetro de la cadera	88.60 (5.14)	82.61 (6.77)	**
Perímetro del muslo medio	48.78 (3.65)	44.63 (4.48)	**
Perímetro máximo de la pantorrilla	34.88 (2.39)	32.37 (2.52)	**
Pánículo subescapular mm.	8.88 (3.90)	7.49 (1.80)	n.d.
Pánículo del tríceps mm	8.92 (3.17)	7.41 (1.99)	*
Pánículo del bíceps mm	4.57(1.81)	3.59 (0.98)	*
Pánículo cresta iliaca mm	12.62 (5.97)	9.70 (4.08)	*
Pánículo iliespinal mm	7.94 (4.74)	6.18 (2.05)	n.d.
Pánículo abdominal mm	13.93 (7.2)	9.70 (4.22)	**
Pánículo de muslo medio frontal mm	11.00 (3.03)	8.71 (2.56)	**
Pánículo de la pantorrilla medial mm	8.28 (2.99)	6.73 (2.17)	*
índice de la masa corporal (Kg./m <sup>2</sup> )	20.56 (2.43)	19.12 (2.11)	*
índice córmico	52.41 (1.28)	53.03 (1.43)	n.d.

\* $\alpha < .05$ , \*\*  $\alpha < .01$ , y "n.d." ausencia de diferencias significativas. Las medidas se expresan en centímetros y solo los pánículos en milímetros

Una vez establecido como sesgo el factor de la edad y la maduración se realizó la comparación tomando solamente a aquellos sujetos susceptibles de ser comparados, cuyos grados de desarrollo y maduración fueran similares, para poder identificar las diferencias entre muestras, y determinar adecuadamente algún tipo de efecto ambiental o genético sobre las características físicas de los sujetos, y evitar inferencias equivocadas debidas a la

variación inherente a los procesos de crecimiento y desarrollo en cada edad y grado de maduración. Por esta razón la comparación se basó en aquellos sujetos que ya habían pasado el pico de máxima velocidad de crecimiento y se encontraban en el estadio según la escala de Tanner en 4 y 5, donde la edad cronológica no fue diferente ( $17.09 \pm 1.39$  en mestizos y  $17.01 \pm 1.10$  en rarámuris), ni el grado de maduración entre muestras, hecho que nos permite asumir que las diferencias presentes en esta comparación (cuadro 19) son debidas a factores ambientales como la nutrición y la enfermedad, pero también pueden explicarse por una base genética en la determinación de las dimensiones y la proporcionalidad corporal.

Las diferencias entre muestras indican que los rarámuris son más pequeños y ligeros que los mestizos. Estas diferencias en longitud se deben principalmente a las extremidades, como lo muestra el índice córmico, siendo mayor este indicador en los rarámuris, lo que demuestra una mayor proporción del tronco respecto a la estatura total. Tomando los segmentos por separado se observó la longitud del tronco no tuvo diferencias significativas entre ambas muestras, mientras que la longitud del brazo, la altura trocanteria, la altura tibial lateral, y la longitud del muslo (estimada por la diferencia de la altura trocanteria y tibial lateral) fueron más cortos en los rarámuris. Comportamiento que se observa notablemente cuando se obtuvo la relación piernas estatura, donde se observan mayores dimensiones en mestizos, hecho que indica que en los rarámuris las piernas fueron más cortas proporcionalmente ( $p < 0.01$ ).

De manera global el tronco parece ser muy similar en los rarámuris y los mestizos, observándose similitudes en los perímetros y distancias que fueron tomados en el tronco, donde solamente se encontraron diferencias en la distancia biiliocrestal, siendo ésta más pequeña en el caso de los rarámuris.

Las distancias biepicondilares del humero y del fémur que son indicadores de robusticidad ósea, fueron 3% menor en los rarámuris respecto a los mestizos.

En los perímetros de las extremidades solamente se encontraron diferencias en el perímetro máximo de la pantorrilla, que como las demás medidas fue menor en los rarámuris con respecto a los mestizos. En los panículos adiposos solamente se encontraron diferencias en el panículo del bíceps y el panículo frontal del muslo medio, donde también fueron menores las medidas en los rarámuris.

Se obtuvo la proporción de la distancia bicrestal dividida entre la distancia biacromial (multiplicado por cien), cuyos resultados muestran una menor proporción de la distancia bicrestal con respecto a la distancia biacromial en los rarámuris ( $p < 0.05$ ).

Cuadro 19. Variables antropométricas de la muestra (con estadio de desarrollo Tanner > 3) y significado estadístico de las diferencias entre mestizos y rarámuris

<i>Variables antropométricas</i>	<b>Mestizos n=28</b>	<b>Rarámuris n=17</b>	<b>valor p</b>
Estadio de Tanner	4.64 (0.49)	4.41 (0.51)	n.d.
Peso en Kilogramos	61.73 (9.02)	56.47 (6.42)	*
Estatura total	173.05 (5.33)	167.14 (5.88)	**
Talla sentado	90.84 (3.20)	89.36 (3.46)	n.d.
Altura trocanteria	91.26 (3.71)	85.93 (3.07)	**
Longitud del muslo	45.47 (2.35)	42.11 (1.85)	**
Altura tibial lateral	45.79 (2.00)	43.82 (1.97)	**
Longitud del pie	25.75 (1.05)	24.87 (0.85)	**
Longitud del brazo	76.78 (2.73)	73.29 (2.47)	**
Distancia biacromial	38.44 (1.71)	37.93 (1.65)	n.d.
Distancia biiliocrestal	26.81 (1.97)	25.35 (1.45)	*
Distancia transverso del tórax	28.06 (1.97)	27.51 (1.18)	n.d.
Distancia anteroposterior del tórax	19.71 (1.70)	18.94 (1.16)	n.d.
Distancia biepicondilar del humero	6.84 (0.29)	6.66 (0.25)	*
Distancia biepicondilar del femur	9.76 (0.33)	9.45 (0.37)	**
Perímetro del brazo relajado	26.79 (2.55)	26.13 (1.91)	n.d.
Perímetro del brazo flexionado y en tensión	29.07 (2.22)	28.76 (2.13)	n.d.
Perímetro de la cintura	73.32 (6.52)	71.98 (3.08)	n.d.
Perímetro de la cadera	88.72 (5.19)	86.06 (4.19)	n.d.
Perímetro del muslo medio	48.89 (3.67)	46.79 (3.26)	n.d.
Perímetro máximo de la pantorrilla	34.97 (3.38)	33.52 (1.60)	*
Pánículo subescapular mm.	8.90 (3.97)	8.08 (1.52)	n.d.
Pánículo del tríceps mm	8.96 (3.22)	7.84 (2.15)	n.d.
Pánículo del bíceps mm	4.59 (1.84)	3.61 (0.85)	*
Pánículo de la cresta iliaca mm	12.56 (6.07)	11.24 (4.10)	n.d.
Pánículo iliespinal mm	7.93 (4.83)	6.75 (2.06)	n.d.
Pánículo abdominal mm	13.99 (7.14)	11.07 (3.93)	n.d.
Pánículo de muslo medio frontal mm	11.03 (3.08)	8.81 (2.66)	*
Pánículo de la pantorrilla medial mm	8.34 (3.03)	6.72 (2.52)	n.d.
índice de la masa corporal (Kg./m <sup>2</sup> )	20.58 (2.47)	20.16 (1.39)	n.d.
índice córmico	52.50 (1.20)	53.47 (1.21)	*
Índice Bicrestal/Biacromial*100	69.80 (5.11)	66.90(3.75)	*
Índice Longitud de las piernas/estatura.	.527(.013)	.514(.009)	**

\* $\alpha < .05$ , \*\*  $\alpha < .01$ , y “n.d.” ausencia de diferencias significativas. Las medidas se expresan en centímetros

y solo los pánículos en milímetros

### *Estimación de la masa grasa y la masa magra*

Por lo que respecta a la estimación de la masa grasa y la masa magra, se pudo cuantificar por medio de dos ecuaciones distintas debido a las diferencias en los grupos de edad, en donde a los jóvenes menores a 16 años se les estimó el “porcentaje de grasa” por medio de la ecuación de Johnston *et al.* (1982). Y en el caso de los jóvenes mayores a 16 años la estimación de la densidad corporal se realizó por medio de la fórmula de Durnin y Womersley (1974), estimando el porcentaje de grasa con la fórmula de Siri de 1961, (descrita y citada en Durnin y Womersley, 1974) posteriormente se obtuvo la masa grasa en kilogramos mediante la fórmula “1” y la masa magra por sustracción como se muestra en la fórmula “2”.

$$1) \text{ MG} = (\text{P} \cdot \% \text{ de grasa}) / 100$$

**MG** es la masa grasa, **P** es el peso en kilogramos, **% de grasa** es el porcentaje de grasa estimado.

$$2) \text{ MM} = \text{P} - \text{MG}.$$

**MM** es la masa magra, **MG** es la masa grasa, **P** es el peso en kilogramos

Se analizaron los resultados sobre las estimaciones de la masa grasa para la muestra en general, incluidas todas las edades. El primer componente que se analizó fue la masa grasa (cuadro 20), donde se observan diferencias entre mestizos y rarámuris, siendo más alto el porcentaje de grasa en los mestizos, comportamiento similar que observamos en la masa magra (cuadro 21), donde los mestizos también presentaron mayor proporción. Estas diferencias, principalmente de la masa grasa, pueden ser explicadas en gran medida por la edad, el grado de crecimiento y desarrollo alcanzado, pues los análisis para grupos de edad similares y grados de desarrollo similares muestran un comportamiento un tanto distinto que se muestra en el párrafo siguiente.

Cuadro 20. Valores y diferencias de los kilogramos de grasa para las muestras incluyendo todas las edades

<b>Masa Grasa</b>	<b>MG (kg)</b>	<b>D.E.</b>	<b>Valor de p</b>
mestizos n=29	13.53	4.88	p=0.01*
rarámuris n=27	10.52	3.46	

\* $\alpha < .05$ , \*\*  $\alpha < .01$

Cuadro 21. Valores y diferencias de los kilogramos de masa magra para las muestras incluyendo todas las edades

<b>Masa Magra</b>	<b>MM (kg)</b>	<b>D.E.</b>	<b>Valor de p</b>
mestizos n=29	48.04	4.99	p=0.00**
rarámuris n=27	40.87	7.01	

\* $\alpha < .05$ , \*\*  $\alpha < .01$

Para el grupo de jóvenes con un estado de desarrollo mayor a 3 en la escala de Tanner, se observa que las diferencias en el porcentaje de grasa (cuadro 22) y en la masa grasa (cuadro 23) no son significativas, aunque se observa que las medias en mestizos son ligeramente más altas. Lo que parece ser interesante y más informativo es la persistencia de diferencias ( $p < \alpha < .05$ ) en la masa magra (músculo, hueso y tejidos residuales) como se puede observar en la cuadro 24, hecho que puede ser resultado de diferencias en la alimentación y nutrición.

Cuadro 22. Porcentaje de grasa para las muestras con estadío según la escala de Tanner > 3

<b>Porcentaje de grasa</b>	<b>% de grasa</b>	<b>D.E.</b>	<b>Valor de p</b>
mestizos n=28	20.62	4.29	p= 0.244
rarámuris n=17	19.28	3.25	

\* $\alpha < .05$ , \*\*  $\alpha < .01$

Cuadro 23. Masa grasa en kilogramos para las muestras con estadío según la escala de Tanner > 3

<b>Masa Grasa</b>	<b>MG (Kg.)</b>	<b>D.E.</b>	<b>Valor de p</b>
mestizos n=28	13.53	4.97	p=0.121
rarámuris n=17	11.51	3.57	

\* $\alpha < .05$ , \*\*  $\alpha < .01$

Cuadro 24. Masa magra en kilogramos para las muestras con estadío según la escala de Tanner > 3

<b>Masa Magra</b>	<b>MM (Kg.)</b>	<b>D.E.</b>	<b>Valor de p</b>
mestizos n=28	48.20	5.00	p=0.014*
rarámuris n=17	44.96	3.47	

\* $\alpha < .05$ , \*\*  $\alpha < .01$

### *Tejido magro y graso en las extremidades*

También se evaluó la cantidad de grasa y tejido magro en las extremidades utilizando los indicadores basados en la fórmula propuesta por Gurney y Jelliffe (1973), que fueron aplicados al brazo, muslo y pantorrilla. Dicha comparación se realizó solamente a la muestra de edad y desarrollo similares. De dicha comparación se observó en general que para todas las variables los mestizos presentaron valores más altos, tanto en el tejido magro como en el tejido adiposo y el área total. Los resultados se muestran en la cuadro 25, donde se constatan diferencias estadísticas en el área grasa del muslo, el área total de la pantorrilla y el área grasa de la pantorrilla, lo que muestra que los rarámuris poseen miembros inferiores más magros y ligeros.

Cuadro 25. Composición del área transversa de los miembros (Tanner >3)

<b>Variables de composición corporal.</b>	<b>Muestra N</b>	<b>Media</b>	<b>D. E.</b>	<b>Valor de P</b>	
Área total del brazo	mestizos n=28	57.61	11.53	p=0.31	N.S
	rarámuris n=17	54.59	8.104		
Área muscular del brazo	mestizos n=28	46.03	7.496	p=0.52	N.S
	rarámuris n=17	44.74	5.74		
Área grasa del brazo	mestizos n=28	11.58	5.281	p=0.18	N.S
	rarámuris n=17	9.85	3.212		
Área total del muslo	mestizos n=28	191.18	29.25	p=0.05	N.S
	rarámuris n=17	174.95	25.1		
Área muscular del muslo	mestizos n=28	165.01	24.66	p=0.14	N.S
	rarámuris n=17	154.78	20.65		
Área grasa del muslo	mestizos n=28	26.17	8.45	<b>p=0.01*</b>	
	rarámuris n=17	20.17	7.032		
Área total de la pantorrilla	mestizos n=28	97.71	13.7	<b>p=0.01*</b>	
	rarámuris n=17	89.57	8.58		
Área muscular de la pantorrilla	mestizos n=28	83.66	12.31	p=0.10	N.S
	rarámuris n=17	78.65	7.726		
Área grasa de la pantorrilla	mestizos n=28	14.05	5.32	<b>p=0.03*</b>	
	rarámuris n=17	10.91	4.25		

\* $\alpha < .05$ .

### *Somatotipología*

De las medidas que se tomaron, fue posible determinar el somatotipo por medios antropométricos propuesto por Carter y Heath (1990), consiguiendo establecer los tres componentes para cada sujeto, tomando en cuenta los ajustes más recientes para la corrección del componente de la endomorfia ajustada para la estatura denominado como “phantom” (Carter; 2002). Una vez obtenido el somatotipo de cada sujeto se plasmaron en una gráfica tridimensional que funciona igual que una somatocarta, indicándonos la distribución por regiones de los sujetos en la misma.

En la primera somatocarta (figura 5) se muestran todos los sujetos, incluidos aquellos de menores edades, pero en general no hay cambios sustanciales en la distribución de los somatotipos con respecto a la segunda somatocarta (figura 6) donde se muestran los sujetos con edad promedio de 17 años (estadío de desarrollo según la escala de Tanner >3). En ambas gráficas observamos que no hay un comportamiento muy distinto entre mestizos y rarámuris, aunque algunos mestizos tendieron a tener una mayor participación de los componentes endomorficos y mesomorficos, pues un par de casos se colocó en el extremo superior izquierdo de la gráfica, mismos que se asocian con las características “endo-mesomorfas” y “mesomorfo-endomorfo”, de igual manera algunos casos de los mestizos se ubicaron como “mesomorfos balanceados”. Un rarámuri podría clasificarse como “ecto-mesomorfo”, aunque en general la mayoría de nuestra muestra incluyendo rarámuris y mestizos se ubicó como “mesomorfo-ectomorfo” y “meso-ectomorfos”, y finalmente solamente un rarámuri podría ser descrito como “ectomorfo balanceado”.

Se buscaron diferencias en torno al promedio para el valor de cada componente, encontrando que no había diferencias significativas en ninguno de ellos, incluso la similitud de los valores fue muy alta. Los valores encontrados para cada componente fueron; a) endomorfia,  $3.92 \pm 1.07$  en mestizos y  $3.70 \pm 0.56$  en rarámuris, b) mesomorfia  $4.35 \pm 1.00$  en mestizos y  $4.55 \pm 0.86$  en rarámuris, c) ectomorfia  $3.58 \pm 1.18$  en mestizos, y  $3.36 \pm 0.71$  en rarámuris.

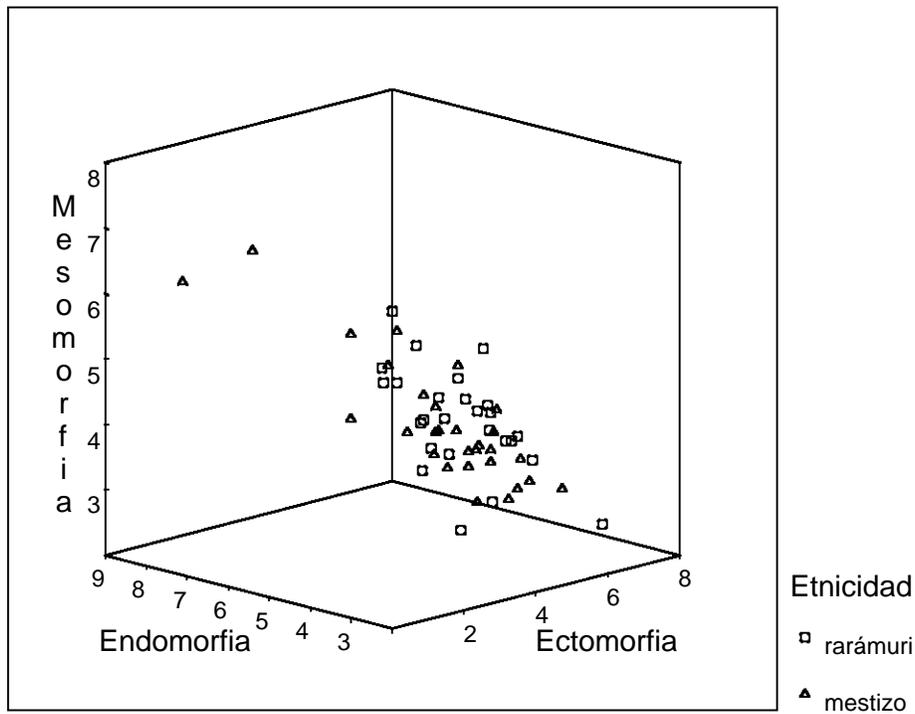


Figura 5. Gráfica tridimensional de los somatotipos de todos los sujetos de la muestra.

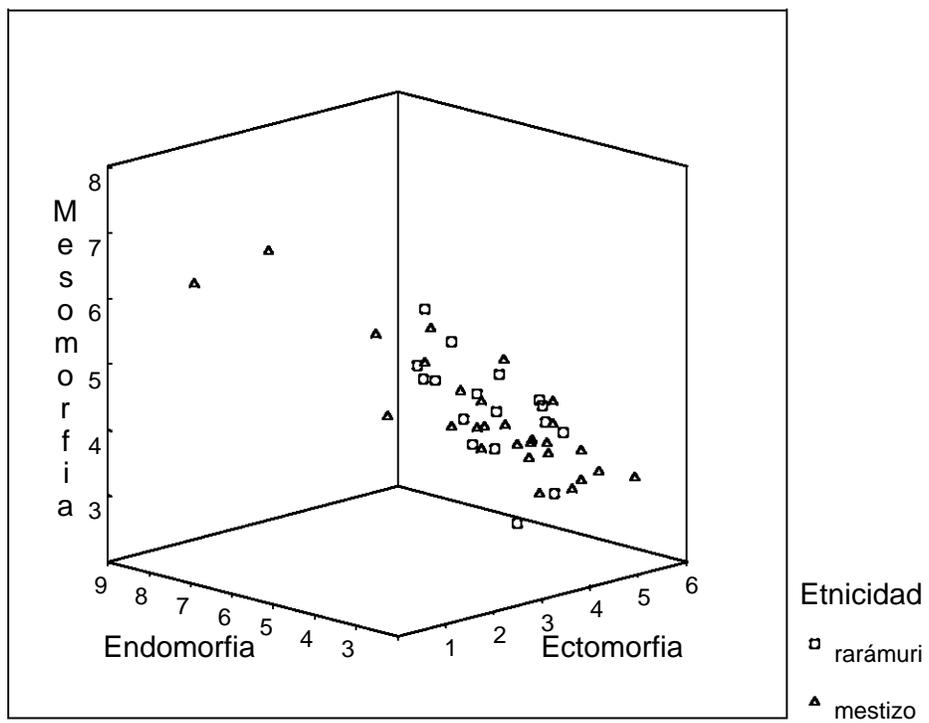


Figura 6. Gráfica tridimensional de los somatotipos sujetos con Tanner >3.

## Capacidad aeróbica

En este apartado tocamos el elemento central de este trabajo que es la capacidad cardiorrespiratoria, que fue estimada por medio de la aplicación del protocolo de Margaria (1965), esta prueba consiste en subir y bajar de un escalón de una determinada altura (en este caso 40 cm.) a diferentes velocidades submáximas (15, 27 y 34 ascensos por minuto), cuyo ritmo es marcado por un metrónomo, lo que establece una carga de trabajo constante. Durante la prueba se monitoreo la frecuencia cardiaca por medio de un dispositivo telemétrico *Polar*, la tensión arterial de manera manual, y el consumo de oxígeno por medio de un monitor cardiorrespiratorio *Fitmate pro* (Cosmed Italia). Con los valores del último minuto se determinó el  $VO^2_{max}$  por medio de la formula de Margaria y colaboradores (1965). Las velocidades empleadas para el calculo del  $VO^2_{max}$  fueron las primeras dos velocidades (15 y 27 ascensos), omitiendo la última velocidad, esto debido a que algunos de los sujetos alcanzaron su esfuerzo máximo durante esta última, generando diferencias en la duración de la misma, y no fue posible obtener datos comparables, pues otros tantos sujetos no alcanzaron ni el 70 % de su capacidad al concluir esta intensidad, aunque es importante señalar que este dato nos fue muy útil para evaluar la exactitud de la fórmula.

1) Formula de Margaria *et al.* (1965) para la estimación del  $VO^2_{max}$

$$VO^2_{max} = \frac{F_{max}(VO'' - VO') + (FC'' \cdot VO' - FC' \cdot VO'')}{FC'' - FC'}$$

Donde ( $F_{max}$ ) es la Frecuencia cardiaca máxima estimada por medio de la fórmula de Inbar (1994);  $FC_{máx} = 205.8 - 0.685(\text{edad})$  propuesto por Robergs y Landwehr (2002), ( $VO^2'$ ) es el volumen de oxígeno observado en la primera velocidad, ( $VO^2''$ ) es el volumen de oxígeno observado en la segunda velocidad ( $FC'$ ) es la frecuencia cardiaca observada en la primera velocidad y ( $FC''$ ) es la frecuencia cardiaca observada en la segunda velocidad.

Los resultados obtenidos por esta fórmula alcanzaron una exactitud bastante buena, pues en muchos de los casos se contó con el valor del consumo máximo de oxígeno de forma directa en las velocidades de 27 ascensos y la de 34 ascensos, de hecho probamos la correlación para los casos en que se dieron las condiciones y la correlación fue de:  $r^2 = .88$ ,  $P < .001$ , con lo que pudimos establecer una alta correspondencia entre los valores estimados y los observados.

### *Comparación del VO<sup>2</sup>max entre mestizos y rarámuris*

Tras la determinación del VO<sup>2</sup>max se aplicó la prueba “t” de student para comparar las medias del VO<sup>2</sup>max de todos los sujetos de la prueba, cuyos resultado se muestran el la cuadro 26, donde se observa que los valores del VO<sup>2</sup>max promedio de los rarámuris es aproximadamente un 20% más alto que el de los mestizos siendo estadísticamente diferente (p<.05) elemento que nos permitiría afirmar diferencias en la capacidad cardiorrespiratoria de los rarámuris con respecto a los mestizos de la misma región.

Cuadro 26. Comparación de la capacidad cardiorrespiratoria para todas las edades

<b>Capacidad aeróbica</b>	<b>VO<sub>2</sub>máx (ml·Kg·min)</b>	<b>D.E.</b>	<b>Valor de p</b>
mestizos n=29	45.72	9.22	p=0.014*
rarámuris n=25	54.57	14.81	

(\* $\alpha < .05$ )

Sin embargo supusimos que quizás el factor de la edad estaría jugando algún papel en las diferencias observadas así que repetimos la prueba tomando solamente a los sujetos con un estado de desarrollo según la escala de Tanner mayor a 3, hecho que implica estados de desarrollo y maduración similares, así como similitudes en la edad como constatamos en el apartado de antropometría.

Los resultados se repitieron expresando diferencias significativas con mayores valores en los rarámuris, permitiéndonos responder una de las preguntas básicas y contrastando de manera afirmativa nuestra primer hipótesis de investigación, que expresa la presencia de diferencias entre rarámuris y mestizos en la capacidad cardiorrespiratoria vista por medio del VO<sup>2</sup>max. Los resultados se muestran en la cuadro 27 y en la figura 7, en esta última se observan diferencias en la distribución del rasgo estudiado con una menor variación entre los mestizos que entre los rarámuris, hecho constatable en la desviación estándar y en los límites de nuestra grafica de cajas, donde todos los valores de los cuartiles son más altos en rarámuris, incluso el cuarto cuartil de los mestizos corresponde al espacio en la distribución de la mediana y el tercer cuartil de los rarámuris, quienes de manera general alcanzaron valores más altos.

Cuadro 27. Comparación de la capacidad aeróbica (estadio según Tanner > 3)

Capacidad aeróbica	VO <sup>2</sup> max (ml/Kg x min)	D.E.	Valor de p
Mestizos n=27	46.11	9.45	p=0.037*
Rarámuris n=17	56.18	17.13	

\* $\alpha < .05$

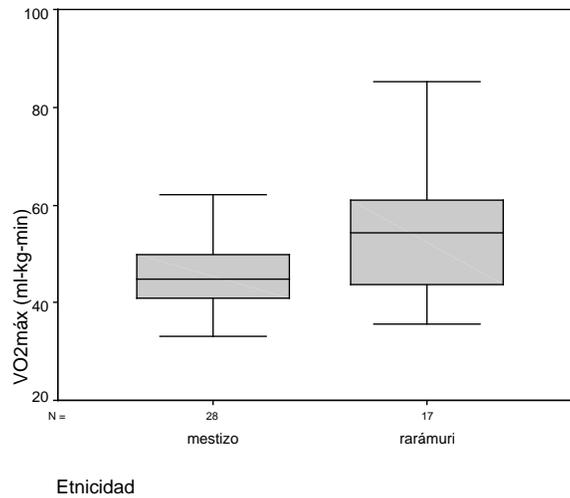


Figura 7. Capacidad aeróbica, VO<sup>2</sup>max (ml/Kg. x min.), estadio de Tanner > 3.

*Diferencias en el VO<sup>2</sup>max por kilogramo de masa magra*

También hicimos el análisis para el consumo de oxígeno para cada kilogramo de masa magra (VO<sup>2</sup>max ml/Kg. xmin), donde el comportamiento acentuó ligeramente y se mantienen las diferencias significativas. Los resultados se muestran en el cuadro 28 y la figura 8.

Cuadro 28 Comparación de la capacidad aeróbica por kilogramos de masa magra (estadio de Tanner > 3)

Capacidad aeróbica	VO <sup>2</sup> max (ml·Kg·min)	D.E.	Valor de p
Mestizo n=27	58.37	10.98	p=0.035*
Rarámuris n=17	69.76	19.11	

\* $\alpha < .05$

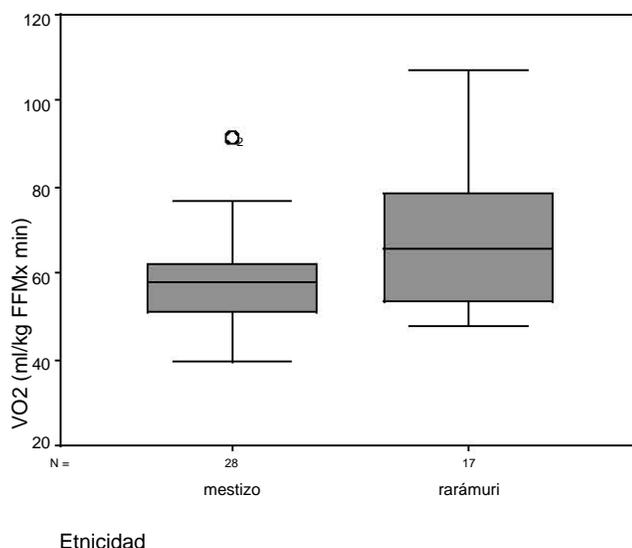


Figura 8. Capacidad aeróbica, por Kg. de masa magra, VO<sup>2</sup>max (ml/Kg. FFM x min.) Tanner > 3.

### Otros rasgos fisiológicos

Dentro de los otros rasgos fisiológicos que se tomaron, se encuentra la frecuencia cardiaca y la tensión arterial tanto en reposo como durante la actividad.

Dentro de estos rasgos el primero que evaluamos fue la **frecuencia cardiaca en reposo** (cuadros 29 y 30), misma que tendió a ser más alta en los rarámuris, difiriendo de las observaciones hechas por Hrdlička (1908) y también retomadas por Balke y Snow (1965) que comentan que en general los grupos nativos americanos tenían frecuencias más bajas. Considerando que si bien la edad podría jugar algún papel, en los grupos mayores las diferencias no fueron significativas y la tendencia es a ser más altas y no bajas como comentaban dichos autores.

Cuadro 29. Frecuencia cardiaca en reposo para todas las edades

<b>Frecuencia cardiaca en reposo</b>	<b>FC (latidos por minuto)</b>	<b>D.E.</b>	<b>Valor de p</b>
mestizos n=29	61.24	7.38	p=0.020*
rarámuris n=27	66.22	8.20	

\* $\alpha < .05$

Cuadro 30. Frecuencia cardiaca en reposo, estadio de Tanner > 3

<b>Frecuencia cardiaca en reposo</b>	<b>FC (latidos por minuto)</b>	<b>D.E.</b>	<b>Valor de p</b>
mestizos n=27	60.81	7.43	p=0.065
rarámuris n=17	65.88	9.18	n.d.

(Sin diferencias estadísticas)

La **frecuencia cardiaca durante la actividad** fue el indicador fisiológico que mostró las mayores diferencias entre grupos, esto en gran medida debido a que es el primer mecanismo que se activa con el esfuerzo para realizar una determinada actividad. Los resultados se muestran en las cuadros 31 y 32, donde se observan las diferencias entre mestizos y rarámuris para ambas velocidades, siendo siempre menores las frecuencias cardiacas de los rarámuris significativamente ( $p < \alpha.01$ ).

Cuadro 31. Frecuencia cardiaca durante la actividad (todas las edades)

<b>Frecuencia cardiaca durante la actividad</b>	<b>FC 15 ascensos**</b>	<b>FC 27 ascensos**</b>
mestizos n=29	126.17 (14.19)	166.71 (15.12)
rarámuris n=26	112.69 (13.50)	144.23 (24.25)

\*\* $\alpha < .01$ , FC 15 ascensos/minuto, FC 27 ascensos/minuto

Cuadro 32 Frecuencia cardiaca durante la actividad (estadio de Tanner > 3)

<b>Frecuencia cardiaca durante la actividad</b>	<b>FC 15ascensos**</b>	<b>FC 27ascensos**</b>
mestizos n=27	125.28 (14.25)	166.13 (15.28)
rarámuris n=17	110.41 (11.13)	142.97 (20.54)

\*\* $\alpha < .01$ , FC 15 asos = frecuencia cardiaca a la velocidad de 15 ascensos, FC 27 asos = frecuencia cardiaca a la velocidad de 27 ascensos

Por lo que respecta a la **tensión arterial en reposo** no se observaron diferencias entre mestizos y rarámuris, ni para la muestra completa ni para el grupo más desarrollado (Tanner>3), estos resultados se muestran en las cuadros 33 y 34.

Cuadro 33 Tensión arterial en reposo para todas las edades

<b>Tensión arterial en reposo</b>	<b>TAS</b>	<b>TAD</b>
mestizos n=29	108 (10.89)	66.41 (11.04)
rarámuris n=27	108.370 (10.51)	68.81(10.29)

TAS= tensión arterial sistólica, TAD= tensión arterial diastólica.

Cuadro 34 Tensión arterial en reposo en sujetos en estadio según Tanner > 3

<b>Tensión arterial en reposo</b>	<b>TAS</b>	<b>TAD</b>
mestizos n=27	108 (11.08)	66.52 (11.36)
rarámuris n=17	111.06 (10.56)	71.52 (11.08)

TAS= tensión arterial sistólica, TAD= tensión arterial diastólica.

En el caso de la **tensión arterial durante la actividad**, los resultados tampoco mostraron diferencias entre mestizos y rarámuris ni en la muestra completa ni en los sujetos comparables por edad y estado de desarrollo (Tanner>3) los resultados se muestran en las cuadros 35 y 36.

Cuadro 35. Tensión arterial durante la actividad para todas las edades

<b>Tensión arterial (actividad)</b>	<b>TAS (D.E.) 15 ascensos</b>	<b>TAD (D.E.) 15 ascensos</b>	<b>TAS (D.E.) 27 ascensos</b>	<b>TAD (D.E.) 27 ascensos</b>
mestizos n=29	129.03 (27.84)	72.45 (17.81)	136.35 (17.31)	63.24 (11.39)
rarámuris n=27	125.84 (12.12)	70.85 (9.07)	124 (28.83)	59.23 (14.39)

TAS= tensión arterial sistólica, TAD= tensión arterial diastólica.

Cuadro 36. Tensión arterial durante la actividad en jóvenes con estadío según Tanner > 3

<b>Tensión arterial (actividad)</b>	<b>TAS (D.E.) 15 ascensos</b>	<b>TAD (D.E.) 15 ascensos</b>	<b>TAS (D.E.) 27 ascensos</b>	<b>TAD (D.E.) 27 ascensos</b>
mestizos n=27	129.33 (28.83)	71.88 (18.14)	136.66 (17.61)	62.59 (10.42)
rarámuris n=17	127.76 (13.45)	71.52 (10.43)	128.59 (16.68)	60.35 (8.78)

TAS= tensión arterial sistólica, TAD= tensión arterial diastólica.

#### *Consumo de oxígeno para cada velocidad*

El consumo de oxígeno es el indicador fisiológico más importante que refleja los requerimientos de energía del sujeto para realizar una determinada tarea, en este caso subir y bajar del escalón. Los resultados que se presentan en las cuadros 37 y 38 indican los consumos de oxígeno promedio para los dos grupos. En el primer cuadro se muestran los resultados para todos los sujetos, donde se observa que el consumo promedio de oxígeno fue menor en los rarámuris en ambas velocidades, pero solamente fue menor significativamente en la velocidad de 15 ascensos, de igual manera en los sujetos mayores, con edades y estado de desarrollo comparable (Tanner>3) fue menor significativamente el consumo de oxígeno en los jóvenes rarámuris a la velocidad de 15 ascensos, pero no para la velocidad de 27 ascensos, hecho que sugiere una mayor economía a niveles bajos para una actividad submáxima para los rarámuris.

Cuadro 37 Consumo de oxígeno para las intensidades de 15 y 27 ascensos, para todas las edades.

<b>Consumo de oxígeno(VO2) durante la actividad</b>	<b>VO2 (ml/kg/min) 15 ascensos*</b>	<b>VO2 (ml/kg/min) 27 ascensos</b>
mestizos n=29	24.38 (2.56)*	36.44 (4.88)
rarámuris n=26	23.05 (1.97)*	34.11 (5.03)

\* $\alpha < .05$

Cuadro 38 Consumo de oxígeno para las intensidades de 15 y 27 ascensos en jóvenes con estadio según Tanner > 3

<b>Consumo de oxígeno(VO2) durante la actividad</b>	<b>VO2 (ml/kg/min) 15 ascensos*</b>	<b>VO2 (ml/kg/min) 27 ascensos</b>
mestizos n=27	24.34 (2.64)*	36.58 (5.00)
rarámuris n=17	22.68 (1.91)*	34.10 (3.49)

\* $\alpha < .05$

Dentro de los últimos análisis realizamos aun análisis de la varianza (ANOVA) para determinar si había o no una fuerte relación entre la etnicidad de los sujetos y el comportamiento de las variables fisiológicas como el VO<sup>2</sup>max, el consumo de oxígeno a 15 y 27 ascensos y la frecuencia cardiaca para las mismas velocidades.

Los resultados que se muestran en la cuadro 39 indican que hay una fuerte determinación de la etnicidad en todas las variables excepto en el consumo de oxígeno a la velocidad de 27 ascensos.

Cuadro 39 ANOVA entre etnicidad y las variables fisiológicas para jóvenes con estadio según Tanner > 3

<b>ANOVA Etnicidad vs:</b>	<b>F de Fisher</b>	<b>Valor de P</b>
VO <sup>2</sup> max (ml/kg x min)	6.82	0.012*
FFM VO <sup>2</sup> max (ml/kg FFM x min)	6.49	0.015*
VO <sup>2</sup> 15 asos	5.51	0.024*
VO <sup>2</sup> 27 asos	3.34	0.075
FC 15 asos	14.44	0.000**
FC 27 asos	19.63	0.000**

\* $\alpha < .05$  y \*\* $\alpha < .01$

## **Actividad física**

Los niveles de actividad física fueron determinados por medio del IPAQ (Cuestionario Internacional de Actividad Física por sus siglas en inglés), dicha herramienta fue aplicada de manera personal a todos los sujetos explicándoles las diferencias entre actividades moderadas y vigorosas, adecuándose al tipo de actividades que se conocen y se realizan en las diferentes comunidades. Recibimos el apoyo de un traductor e interprete con los jóvenes rarámuris para aclarar cualquier duda o el sentido de las preguntas. De estas preguntas se obtuvieron las frecuencias (días por semana) y duración (minutos por día) de las actividades de los siete días anteriores, mismas que fueron capturadas y convertidas a su costo en METS como se indica en el instructivo del cuestionario en la página [www.ipaq.ki.se/](http://www.ipaq.ki.se/). Posteriormente se analizaron y obtuvieron los promedios para los diferentes rubros que se cubren, como lo son el trabajo o la escuela, transportación, el trabajo en el hogar, el tiempo libre y el tiempo que pasaron sentados durante la semana. De manera conjunta les preguntamos si habían realizado caminatas de manera habitual entre comunidades durante el último año, hecho que es muy común entre los rarámuris. Además se les preguntó la frecuencia por semana, mes, semestre y año, según fuera el caso, así como las distancias recorridas. De estos datos estimamos la cantidad de kilómetros recorridos durante el último año. En el contexto rarámuri la mayoría de los jóvenes adquieren esta costumbre desde que entraron a la escuela primaria en los internados y se mantiene durante el tiempo que estudian, y que en nuestro caso han sido los últimos años de su vida. También les preguntamos el tiempo que le habían dedicado los jóvenes al trabajo en el campo durante el último año, y si durante el último año habían participado en danzas rituales durante sus festividades y la duración de las mismas.

Los resultados para la muestra completa se muestran en la cuadro 40. En el se muestran las principales diferencias, donde la primera y más llamativa de las diferencias fue el la media de kilómetros recorridos a pie trasladándose entre comunidades, donde el promedio anual para rarámuris es de 1092 km, con una alta variación, mientras que el promedio de los mestizos fue de 47.17 km, las diferencias entre estas distancias alcanzo a ser significativa ( $\alpha < .001$ ). Esta diferencia es muy comprensible, pues los rarámuris tienen que trasladarse con frecuencia entre comunidades para asistir a la escuela, aparte de que no muchos cuentan con otros medios para hacerlo sino a pie. De todas formas esta práctica de

recorrer grandes distancias a pie es un hecho que ha estado presente a lo largo de su historia, y conjuntamente con esta costumbre se desarrollaron muchos de sus juegos, como sus carreras y los disparos de flechas, que están asociadas con estas largas caminatas que han realizado desde siempre como plantea Acuña (2007).

El siguiente rubro, es el tiempo que a lo largo del año dedicaron a trabajar en la siembra y cosechas, donde se observa que los mestizos manifestaron dedicar más tiempo a dicha actividad, aunque el número de casos es menor. Además cabe señalar que en el caso de los rarámuris, cuando estos estudian disponen de menos tiempo para ir a trabajar en el campo, pues muchos de ellos viven lejos del lugar donde estudian y solo disponen de el fin de semana o algunas vacaciones para ir desde donde estudian a sus “ranchos” para trabajar, mientras que los mestizos que viven en las comunidades donde estudian tienen sus terrenos cerca.

En lo que se refiere a la participación en danzas, naturalmente fue mayor el número de rarámuris que participaron en ellas, y durante más tiempo. Cabe mencionar también que los casos de jóvenes mestizos que participan en las danzas rarámuris lo hacen con otro sentido, pero puede verse como un proceso de integración, que ha sido llamado por Acuña (2007) como la rarmurización del mestizo.

Ya entrando a fondo en los resultados concretos del IPAQ, es posible observar que los mestizos expresaron mayores intensidades y duración de las actividades en la escuela ( $p > 0.01$ ), indicando un gasto energético mayor, esto en gran medida por la práctica de actividades deportivas en la escuela, aunque es más común que los mestizos se involucren en entrenamientos, pues disponen de más tiempo y libertades pues no están sujetos a las disposiciones que implica el permanecer en un albergue, sobre todo en las comunidades más urbanizadas.

Por lo que se refiere a la transportación los rarámuris indican un mayor gasto energético, aunque no son significativas las diferencias, este comportamiento se debe principalmente a que los mestizos al tener acceso a diferentes medios de transporte, suelen usar regularmente los autobuses y sus camionetas para recorrer incluso distancias considerablemente cortas como se suele hacer en nuestras ciudades.

En el trabajo en el hogar, los mestizos expresaron un gasto energético aparentemente mayor, y ligado a trabajos en los patios o jardines, y aunque no hay diferencias, la

participación en estas actividades es similar, donde digamos los patrones tradicionales son aún muy fuertes y donde el trabajo doméstico es asignado principalmente a las mujeres, aunque en el caso de los jóvenes rarámuris, al estar en internados y en albergues generalmente requieren hacerse cargo de estas labores.

En las actividades en el tiempo libre los mestizos expresaron un gasto energético mayor, esto también se puede explicar por la disposición de tiempo y prácticas deportivas.

Finalmente y paradójicamente los resultados sobre el tiempo que pasan sentados es posible observar que los mestizos destinaron mayores tiempos ( $p>0.01$ ), esto se puede explicar sobre todo al acceso a la televisión, mientras que los rarámuris no tiene acceso a estas formas de entretenimiento más sedentarias, por lo que los jóvenes rarámuris suelen andar caminando o realizando otras actividades ligeras mientras los mestizos suelen ver la televisión.

Cuadro 40. Rubros de actividad física incluidas todas las edades

<b>Variables de actividad física</b>	<b>Etnicidad</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>Valor de P</b>
Kilómetros recorridos por año transportándose entre comunidades. (Km./año)	mestizo	29	47.17	177.69	<b>p=0.000**</b>
	rarámuri	27	1092.00	1047.23	
Horas de trabajo en el campo por año. (Horas/año)	mestizo	8	121.75	118.12	p=0.677
	rarámuri	23	103.96	97.76	N.D.
Tiempo en Danzas al año. (Horas/año)	mestizo	3	14.83	15.94	p=0.095
	rarámuri	16	45.75	29.06	N.D.
METS a la semana en la escuela (METS/semana)	mestizo	29	5183.03	4852.52	<b>p=0.003**</b>
	rarámuri	27	2099.56	2083.11	
METS transportación (METS/semana)	mestizo	29	1494.62	1854.98	p=0.828
	rarámuri	27	1596.28	1614.16	N.D.
METS trabajo en el hogar (METS/semana)	mestizo	29	1763.14	1647.78	p=0.720
	rarámuri	27	1599.44	1761.67	N.D.
METS actividades en el Tiempo libre (METS/semana)	mestizo	29	3507.78	3040.46	p=0.342
	rarámuri	27	2800.81	2423.81	N.D.
Tiempo que pasa sentado en la semana (Horas/semana)	mestizo	29	53.70	13.41	<b>p=0.002**</b>
	rarámuri	27	43.61	10.21	

\* $\alpha<.05$  y \*\* $\alpha<.01$

Cuando se hizo el análisis solamente para los grupos de edad mayores (Tanner>3), los resultados que se muestran en la cuadro 41 fueron similares, manteniéndose las diferencias estadísticas en las distancias recorridas a pie por los rarámuris, en el trabajo en la

siembra se redujo el número, pero el tiempo dedicada a trabajar en el campo ahora fue mayor en los rarámurs, de igual manera el trabajo en el hogar ahora tuvo valores más altos en los rarámuris. Se mantuvieron constantes las diferencias estadísticas en la actividad en la escuela y/o trabajo, así como el tiempo que pasan sentados por semana. El comportamiento de la transportación se mantuvo igual, y el gasto energético en el tiempo libre se incrementó en los rarámuris siendo casi el mismo que el de los mestizos.

Finalmente es importante mencionar que el panorama observado muestra que los mestizos a pesar de dedicar buenas cantidades de su tiempo a participar en actividades vigorosas como entrenamientos deportivos y competencias, el tiempo restante lo dedican actividades sedentarias, como lo muestran las diferencias en el tiempo que pasan sentados y si bien se puede hablar de un efecto positivo de las actividades vigorosas y moderadas para la salud y la condición física en general, otros elementos como el tiempo que pasan sentados en sus hogares, fuera de ellos y en los vehículos pueden generar un efecto contrario. Por otra parte habrá que preguntarnos si el habitus sedentario de estos grupos, influyen sobre la percepción de las actividades que realizan otorgándoles niveles más altos a ciertas actividades moderadas, mientras que los rarámuris respondan a dichas preguntas desde otro habitus, lo que pueda limitar las capacidades del cuestionario en estudios interétnicos.

Cuadro 41. Rubros de actividad física Tanner>3 (\* $\alpha$ <.05 y \*\* $\alpha$ <.01)

<b>Tanner&gt;3</b>	<b>Etnicidad</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>Valor de P</b>
Kilómetros recorridos por año. (Km./año)	mestizo	28	44.57	180.39	<b>p=0.003**</b>
	rarámuri	17	1034.12	1173.03	
Horas de trabajo en el campo por año. (Horas/año)	mestizo	7	115.14	125.98	p=0.733
	rarámuri	14	135.00	115.26	N.D.
Tiempo en Danzas al año. (Horas/año)	mestizo	3	14.83	15.94	p=0.051
	rarámuri	11	46.18	32.45	N.D.
METS a la semana en la escuela (METS/semana)	mestizo	28	5140.54	4936.07	<b>p=0.027*</b>
	rarámuri	17	2590.88	2473.50	
METS transportación (METS/semana)	mestizo	28	1515.00	1885.71	p=0.352
	rarámuri	17	2055.88	1844.09	N.D.
METS trabajo en el hogar (METS/semana)	mestizo	28	1746.29	1675.47	p=0.636
	rarámuri	17	2034.41	2108.44	N.D.
METS actividades en el Tiempo libre (METS/semana)	mestizo	28	3327.91	2934.94	p=0.840
	rarámuri	17	3149.18	2804.05	N.D.
Tiempo que pasa sentado en la semana (Horas/semana)	mestizo	28	53.55	13.63	<b>p=0.003**</b>
	rarámuri	17	41.45	11.50	

\* $\alpha$ <.05 y \*\* $\alpha$ <.01

## Capacidad cardiorrespiratoria y sus relaciones con las demás variables

Una vez que ya ha sido abordada una de las preguntas de este trabajo respecto a las diferencias en la capacidad aeróbica, misma que fue contrastada positivamente respecto a las diferencias en la capacidad cardiorrespiratoria entre mestizos y rarámuris, el siguiente paso es evaluar las siguientes hipótesis que intentan explicar dichas diferencias a partir de la observación y relación de la variables entre si, determinando sí los patrones de actividad física o alguna diferencia morfológica se relacionan con el desempeño físico de los rarámuris, que les ofrezca alguna ventaja para realizar actividad física o sobre el desempeño de la prueba.

Iniciando la búsqueda de asociaciones decidimos establecer el impacto del esfuerzo sobre la misma, por lo que determinamos el “trabajo” necesario para realizar la prueba para cada sujeto, ya que se ha planteado que el peso puede tener algún efecto en la prueba usadas para estimar la capacidad cardiorrespiratoria, en nuestro caso el subir y bajar de un escalón puede estar muy influenciado por el peso (Wilmore y Costill, 2007). Ya que si bien la intensidad (velocidad de los ascensos) y la altura del banco están controladas, el peso del sujeto podría estar jugando algún papel, por lo que decidimos estimar el trabajo empleado por cada sujeto, basándonos en la fórmula clásica de trabajo, donde se establece que el trabajo es el “producto de la fuerza por la trayectoria recorrida, desde su punto de aplicación, por el coseno del ángulo que forman las distancias recorridas horizontal y verticalmente”, lo que se describe en la siguiente fórmula:

$$T = d \cdot F \cos \alpha$$

Donde **T** es el trabajo, **F** es la magnitud de la fuerza, **d** es la distancia recorrida y  **$\alpha$**  es el ángulo que forman entre sí el vector fuerza y el vector desplazamiento.

Para nuestro caso la distancias se establecieron de la siguiente forma; el cateto adyacente fue determinado a partir de la suma de la longitud del pie y la longitud del muslo (que juntos establecen la distancia más cómoda para subir el escalón), el cateto opuesto fue la altura del banco (40cm.). Con estas dos medidas nos fue posible establecer la hipotenusa que es la raíz de la suma de los cuadrados de los catetos. La hipotenusa fue el vector de fuerza y el cateto adyacente el vector de desplazamiento. Con estos dos elementos fue

posible establecer el coseno del ángulo de estos dos vectores, donde el coseno resulta de la división del cateto adyacente sobre la hipotenusa.

Esta fórmula fue introducida al programa SPSS, para calcular en cada caso el trabajo requerido y verificar su impacto sobre el desempeño físico.

Los resultados mostraron que los mestizos requirieron un mayor trabajo para realizar la prueba como se muestra en la cuadro 42, siendo estadísticas las diferencias, y mostrando una asociación la cantidad de trabajo requerido con la etnicidad.

Cuadro 42. Cantidad de trabajo requerido para realizar la prueba (Tanner>3)

<b>Trabajo.</b>	<b>kilogrametros(D.E.)</b>	<b>Valor de p</b>
<b>mestizos n=28</b>	38.44 (6.79)	<b>p=0.001**</b>
<b>rarámuris n=17</b>	32.55 (4.62)	
<b>ANOVA (según etnicidad)</b>	F =9.903	<b>p=0.003**</b>

\* $\alpha < .05$  y \*\* $\alpha < .01$

Después determinamos la asociación entre el trabajo requerido y las variables fisiológicas obtenidas, donde encontramos que el trabajo tuvo una correlación positiva (moderada) con la frecuencia cardiaca, estableciéndose una correlación de **0.44\*\*** (Con una significancia de  $p < .001$ ) a la velocidad de 15 ascensos, y de **0.57\*\*** (Con una significancia de  $p < .001$ ) para la velocidad de 27 ascensos, lo que expresa que cerca de la mitad en la variación del esfuerzo para realizar la prueba puede ser explicado por diferencias en la masa (peso), siendo un elemento que jugó un papel importante, mismo que otorga ciertas ventajas para los rarámuris quienes fueron más ligeros y pequeños, y proporcionalmente tuvieron menos tejido magro y graso. Esta situación al parecer puede ofrecer ciertas ventajas para los rarámuris en tareas similares, donde debemos recordar que sus carreras o trayectos suelen realizarse en barrancas y caminos escarpados, donde subir y bajar como en la prueba es una actividad común y muy regular, hecho que en parte fue una de las razones por las que se eligió esta prueba y no otra.

## **Morfología y capacidad cardiorrespiratoria**

De manera adicional decidimos buscar que otros elementos físicos podrían influir sobre la capacidad cardiorrespiratoria o el desempeño de la prueba, por lo que realizamos algunas correlaciones entre los datos fisiológicos y las variables antropométricas. Cuando se corrieron los datos de manera general sin ninguna corrección o control fue posible observar de manera general en los indicadores de masa y adiposidad correlaciones negativas con el desempeño, alcanzando rangos que iban de moderados a bajos. Pero una vez que se controló el peso y el trabajo vinculado al esfuerzo, se realizaron las correlaciones controlando el trabajo requerido por los sujetos, encontrando correlaciones solamente en algunos rasgos (cuadro 43), donde se obtuvieron algunas correlaciones que van de moderadas a bajas. La primera de estas correlaciones fue la de la altura tocantérica con el consumo de oxígeno a la velocidad de 27 ascensos, siendo dicha correlación positiva y entre baja y moderada ( $r = .37$ ,  $p=.014$ ), lo que sugiere una relación negativa con la economía de oxígeno durante la prueba y la longitud de los miembros inferiores. La relación fue similar en el caso de la longitud del muslo, este impacto en la economía podría establecerse considerando que en las relaciones se pudieron observar correlaciones significativas con el consumo de oxígeno, mientras que no fue posible observar un comportamiento pareado con la frecuencia cardiaca que no alcanzó a ser significativa, y el coeficiente de correlación fue además más bajo, aunque este hecho quizás también exprese un efecto encubierto de la filiación biológica y étnica.

La distancia epicondilar del humero mostró una correlación positiva y baja pero significativa con la frecuencia cardiaca, que asocia este rasgo con un mayor esfuerzo, probablemente ligado al movimiento de la extremidad y la cantidad de tejido en las extremidades y su densidad, que en el caso de los rarámuris fue ligeramente menor, pero con una diferencia estadística significativa.

Finalmente los dos indicadores que mostraron una correlación con las variables fisiológicas observadas estuvieron ligadas a la adiposidad. Estos indicadores fueron el panículo subescapular y el panículo del muslo, mismos que expresaron comportamientos un tanto distintos, pues las correlaciones que se establecieron son diferentes. Los indicadores muestran que en el caso del panículo subescapular como indicador de adiposidad centralizado tiene una correlación baja y negativa con el consumo de oxígeno a la velocidad de 27 ascensos, mientras que el panículo del muslo, presentó una correlación positiva con la

frecuencia cardiaca a la velocidad de 27 ascensos, lo que sugiere un vínculo entre la adiposidad del muslo y el esfuerzo realizado en la prueba, que probablemente se pueda explicar por la reducción en la cantidad de peso muerto que se debe mover en cada zancada. Aunque es importante mencionar que el panículo del muslo fue el único indicador con influencia en el consumo de oxígeno máximo, observándose un impacto negativo en él. Así estos datos sugieren un efecto negativo de la adiposidad en las extremidades con respecto a la aptitud física en este tipo de pruebas para las poblaciones estudiadas.

Cuadro 43. Correlaciones entre variables antropométricas y variables fisiológicas controlando el “trabajo” (Tanner>3)

<b>Variables</b>	<b>VO<sup>2</sup>max</b>	<b>VO<sup>2</sup> 15 ascensos</b>	<b>VO<sup>2</sup> 27 ascensos</b>	<b>F.C. 15 ascensos</b>	<b>F.C. 27 ascensos</b>
Altura	.01	.02	<b>.37*</b>	.19	.26
Trocanteria.	P=.935	P= .871	<b>P= .014</b>	P= .209	P= .088
Longitud del muslo	.09	.03	<b>.40**</b>	.15	.19
	P= .545	P= .847	<b>P= .006</b>	P= .332	P= .204
D. biepicondilar del humero	-.18	.21	.22	.14	<b>.30*</b>
	P= .233	P= .171	P= .154	P= .380	<b>P= .046</b>
Panículo Subescapular	.08	-.22	<b>-.33</b>	-.13	-.21
	P= .592	P= .155	<b>P= .029</b>	P= .386	P= .157
Panículo del Muslo frontal	<b>-.33*</b>	.13	.06	.13	<b>.30*</b>
	<b>P= .028</b>	P= .395	P= .714	P= .388	<b>P= .048</b>

\* $\alpha < .05$  y \*\* $\alpha < .01$ , D. distancia, VO<sup>2</sup> = Volumen de oxígeno consumido, asos= ascensos, 15 y 17, es la velocidad de la prueba dada por el número de ascensos, FC = frecuencia cardiaca.

### Actividad física y capacidad cardiorrespiratoria

Finalmente buscamos comprobar si había alguna relación entre ciertos rasgo de la actividad física que pudieran tener una relación directa con la capacidad cardiorrespiratoria de los sujetos de la muestra. Para esto hemos decidido en primer lugar determinar si hay alguna correlación entre la capacidad cardiorrespiratoria de los sujetos y alguna de las variables de actividad física, como las distancias recorridas, la actividad en la escuela, o el tiempo

dedicado a trabajar en el campo, por lo que se realizaron correlaciones de Pearson. Los resultados se muestran en la cuadro 44, donde se observan las principales correlaciones, la primera de ellas se establece entre la actividad en la escuela y el consumo de oxígeno durante el último minuto de la primera velocidad (15 ascensos), dicha correlación positiva, moderada y significativa ( $p < .01$ ) donde al parecer los niveles de actividad en la escuela tuvieron influencia sobre el consumo de oxígeno a una velocidad submáxima, hecho que también se puede interpretar como un comportamiento poco económico, y que de manera indirecta se relaciona con la etnicidad, pues los mestizos en general expresaron mayores niveles de actividad en la escuela., Por otra parte no es posible interpretar este mayor consumo de oxígeno como favorable debido a que la actividad en la escuela tampoco tuvo un efecto en el indicador global de capacidad cardiorrespiratoria que es el  $VO^2_{max}$ .

La siguiente correlación se estableció entre una actividad sedentaria como lo es el tiempo que pasaron sentados y la frecuencia cardíaca durante el último minuto de la prueba para las velocidades de 15 y 27 ascensos. Estas correlaciones fueron moderadas y sugieren que los sujetos que permanecieron más tiempo sentados requirieron mayores esfuerzos para realizar la prueba, hecho que demuestra una relación negativa entre aptitud física y las actividades sedentarias. Otra de las correlaciones encontradas es moderada y positiva, y se establece entre el  $VO^2_{max}$  y los kilómetros recorridos durante el último año para trasladarse entre poblados. También se constató una correlación moderada y negativa entre las caminatas y la frecuencia cardíaca durante la prueba, hechos que sugieren un efecto positivo de la actividad física de las caminatas sobre la capacidad cardiorrespiratoria de los jóvenes, y que dadas las condiciones sociales y culturales de dicha actividad, esta se presenta como propia de los rarámuris.

Finalmente el otro rasgo de actividad que mostró la correlación más alta e importante sobre la capacidad cardiorrespiratoria fue el tiempo dedicado a participar en las danzas tradicionales, donde el tiempo al año dedicado a esta actividad explica el 87% de la variación en la capacidad cardiorrespiratoria, de igual manera dicha actividad tuvo una correlación negativa que va de moderada a alta entre el tiempo dedicado a danzas durante el último año y la frecuencia cardíaca a la velocidad de 27 ascensos, de manera similar se observan correlaciones moderadas de este rasgo en otros indicadores como el consumo de oxígeno en

ambas velocidades y la frecuencia cardiaca a 15 ascensos, pero dichas correlaciones no alcanzaron a ser significativas.

Cuadro 44. Correlaciones entre las variables de actividad física y las variables fisiológicas ligadas a la capacidad cardiorrespiratoria en jóvenes con estadío según Tanner>3

Variables de actividad física / variables fisiológicas		VO <sup>2</sup> max	VO <sup>2</sup> 15 asos.	VO <sup>2</sup> 27 asos.	FC 15 asos.	FC 27 asos.
		0.10	<b>0.40**</b>	0.17	-0.04	-0.11
METS escuela (semana)	N=45	(0.52)	<b>(0.01)</b>	(0.27)	(0.78)	(0.48)
METS transportación (semana)	N=45	(0.51)	(0.61)	(0.44)	(0.24)	(0.11)
METS trabajo en el hogar (semana)	N=45	(0.60)	(0.30)	(0.159)	(0.98)	(0.67)
METS Tiempo libre (semana)	N=45	(0.99)	(0.76)	(0.94)	(0.91)	(0.95)
Tiempo sentado semana completa	N=45	(0.26)	(0.82)	(0.45)	<b>(0.00)</b>	<b>(0.01)</b>
Kilómetros recorridos por año	N=45	<b>(0.00)</b>	(0.59)	(0.41)	<b>(0.00)</b>	<b>(0.00)</b>
tiempo total de trabajo en el campo por año	N=21	(0.43)	(0.20)	(0.67)	(0.31)	(0.16)
Tiempo dedicado a las danzas en el año	N=14	<b>(0.00)</b>	(0.10)	(0.09)	(0.07)	<b>(0.01)</b>

Correlaciones (significancia) \* $\alpha < .05$  y \*\* $\alpha < .01$  VO<sup>2</sup> = Volumen de oxígeno consumido, asos= ascensos, 15 y 17, es la velocidad de la prueba dada por el número de ascensos, FC = frecuencia cardiaca.

Tratando de determinar el efecto de las variables sobre la capacidad cardiorrespiratoria de manera más puntual, y retirando el efecto que podría significar el peso y el trabajo requerido para realizar la prueba. En un primer ejercicio se realizaron las correlaciones controlando el trabajo, los resultados se muestran en la cuadro 45. También en un intento de discriminar el efecto de la actividad física sobre la capacidad cardiorrespiratoria se buscaron las relaciones que podrían tener las actividades y la composición corporal, para controlar de mejor manera las relaciones y determinar si el efecto de la actividad tuvo solamente un impacto fisiológico, o actuó de manera indirecta sobre el

nivel de esfuerzo por medio de masa corporal (los resultados de dicho análisis se muestran en la cuadro 46).

Una vez establecidos estos criterios observamos que se mantuvo la correlación moderada y positiva entre la actividad física en la escuela o trabajo y el consumo de oxígeno a un nivel submáximo en la primera velocidad de la prueba, mientras que no se observó algún efecto de dicha actividad en la composición corporal, por lo que no es posible explicar la baja economía de los sujetos con base en el exceso de masa, pero probablemente si se podría explicar por la etnicidad. Hecho que expone la posibilidad de alguna ventaja biológica biomecánica en los rarámuris, pues el efecto de la actividad en la escuela no fue tan importante como para influir sobre los demás indicadores y mucho menos en el indicador de capacidad cardiorrespiratoria a nivel máximo ( $VO^2max$ ).

La otra variable del IPAQ que mantuvo las correlaciones con la aptitud física fue la determinación del tiempo que pasan sentados, donde se mantuvieron sus efectos negativos (dada la correlación moderada y negativa) sobre el nivel de esfuerzo (frecuencia cardiaca) durante la prueba, hecho que se hace más notorio al no encontrar un efecto del tiempo sentado con la composición corporal, lo que nos permite inferir un efecto negativo a nivel fisiológico del tiempo que pasaron sentados los sujetos.

Las demás variables de actividad física del IPAQ no permitieron establecer correlación alguna.

El impacto de las caminatas desapareció cuando se controló el trabajo. Esto se puede explicar porque mas allá de tener un impacto fisiológico directo, dicha actividad incide moderadamente sobre la composición corporal (como lo ponen en evidencia las correlaciones), influyendo tanto en la masa grasa como en la masa magra, estimando que su efecto incide más sobre la eficiencia y quizás a nivel motor más que directamente sobre la fisiología.

El tiempo dedicado a trabajar en el campo no fue un factor sobre la condición física. Y finalmente el rasgo más interesante de actividad que fueron las danzas, mantuvieron la correlación con el  $VO^2max$  al mismo nivel cuando se controló el trabajo, aunque dejó de ser significativas la correlación con la frecuencia cardiaca en la segunda velocidad.

El efecto de la participación en danzas se correlacionó con el porcentaje de grasa y con la masa grasa total, de manera negativa y moderada, aunque la magnitud de las

correlaciones no es tan alta, nosotros podemos pensar que el efecto la participación en las danzas es mixto, y podemos suponer que incide fisiológica y mecánicamente en la capacidad cardiorrespiratoria de los jóvenes rarámuris (pues solo tres mestizos respondieron participar en las danzas). Este dato de la participación en danzas, más que un dato bruto, puede ser entendido como un índice de aculturación o enculturación, pues junto con él se puede vincular la forma de vida en general, donde hay un contexto socio-cultural particular, patrones alimentarios y de actividad distintos, y se pueden asociar a un *habitus* del esfuerzo<sup>31</sup>, como se puede comprobar al observar la relación que se establece entre la participación en danzas y las distancias recorridas a lo largo del año (coeficiente de .61 con una  $p=.020$  y  $N=42$ ).

Como último análisis, corrimos un análisis de correlación múltiple para generar los modelos que pudieran establecer las relaciones entre la capacidad aeróbica y las variables de actividad física. Fue posible generar dos modelos, mismos que excluyeron a casi todas las variables de actividad, excepto la participación en danzas y la actividad en la escuela y/o trabajo. El primer modelo, tomó solamente el tiempo dedicado a participar en danzas, presentando una  $R^2=.74$  con un valor de  $p=.000 < \alpha.01$ , y un coeficiente de  $\beta=.876$ , el otro modelo también incluyó el tiempo dedicado a participar en danzas, pero agrega los METs de la actividad en la escuela y/o el trabajo entre semana, el valor de  $R^2$  fue de .83, con un valor de  $p=.002 < \alpha.01$ , y un coeficiente de  $\beta=1.056$  para la participación en danzas y de  $\beta=.361$  para la actividad en la escuela y trabajo. Los resultados se muestran en el cuadro 47, y dan un alto valor explicativo a estas dos variables, sobre todo a la participación en danzas. Un elemento importante por señalar tiene que ver con el poder explicativo de esta prueba, que debe ser tomado con reservas, dada la relación que se ha encontrado entre el número de variables y el tamaño de la muestra, tomando en cuenta que la muestra no es tan grande ( $N=56$ ), para el número de variables ( $=11$ ), por lo que habrá que tomar las debidas precauciones ante este tipo de análisis ante la posibilidad de falsos positivos en la asociaciones que plantean Thomas y Nelson (2007).

---

<sup>31</sup> Por nombrarlo de alguna manera en contraposición con el *habitus* del menor esfuerzo que predomina en las sociedades industriales u occidentales.

Cuadro 45. Correlaciones entre las variables de actividad física y las variables fisiológicas controlando el trabajo requerido (Tanner>3)

<b>VARIABLES:</b>	<b>N</b>	<b>VO<sup>2</sup>max</b>	<b>VO<sup>2</sup> 15 asos</b>	<b>VO<sup>2</sup> 27 asos</b>	<b>FC 15 asos</b>	<b>FC 27 asos</b>
METS escuela (semana)	N=42	.15 P=.315	<b>.39**</b> <b>P=.008</b>	.19 P=.227	-.12 P=.455	-.19 P=.213
Tiempo sentado semana completa	N=42	-.10 P=.520	.02 P=.902	.15 P=.326	<b>.41**</b> <b>P=.006</b>	<b>.39**</b> <b>P=.009</b>
Kilómetros recorridos por año	N=45	.1469 P= .840	.3416 P= .892	-.0355 P= .205	.0389 P= .119	-.1964 P= .148
tiempo total de trabajo en el campo por año	N=21	.29 P=.452	.38 P=.312	<b>.71*</b> <b>P=.033</b>	-.22 P=.574	-.02 P=.957
Tiempo dedicado a las danzas en el año.	N=14	<b>.87**</b> <b>P=.002</b>	.43 P=.242	.43 P=.249	-.24 P=.542	-.48 P=.195

Correlaciones (significancia) \* $\alpha < .05$  y \*\* $\alpha < .01$  VO<sup>2</sup> = Volumen de oxígeno consumido, asos= ascensos, 15 y 17, es la velocidad de la prueba dada por el número de ascensos, FC = frecuencia cardiaca.

Cuadro 46. Correlaciones entre las variables de actividad física y la composición corporal (Tanner>3)

Variables actividad física/composición corporal		% de grasa	Masa grasa	Masa magra
METS escuela y/o trabajo (semana)	N=45	-0.07 (0.67)	-0.11 (0.47)	0.21 (0.17)
METS transportación (semana)	N=45	-0.13 (0.38)	-0.18 (0.23)	-0.20 (0.18)
Tiempo sentado semana completa	N=45	0.09 (0.54)	0.12 (0.45)	0.16 (0.30)
METS trabajo en el hogar (semana)	N=45	0.19 (0.21)	0.22 (0.15)	0.15 (0.34)
METS Tiempo libre (semana)	N=45	-0.11 (0.46)	-0.04 (0.82)	0.15 (0.31)
Kilómetros recorridos por año	N=45	-0.28 (0.06)	<b>-0.32*</b> <b>(0.03)</b>	<b>-0.41**</b> <b>(0.01)</b>
Trabajo en el campo por año	N=21	-0.36 0.11	-0.43 (0.05)	-0.23 (0.31)
Tiempo dedicado a participar en danzas al año	N=14	<b>-0.56*</b> <b>(0.04)</b>	<b>-0.58*</b> <b>(0.03)</b>	-0.40 (0.15)

Correlaciones (significancia) \* $\alpha < .05$  y \*\* $\alpha < .01$

Cuadro 47. Análisis multivariado para VO<sup>2</sup>max y las variables de actividad

Modelo	Variables	R	ANOVA	p ANOVA	$\beta$	p de $\beta$
1	Danzas	0.74	29.811	0.000**	0.876	0.000**
2	Danzas	0.83	25.903	0.000**	1.056	0.000**
	METS escuela y trabajo				0.361	0.042*

\* $\alpha < .05$  y \*\* $\alpha < .01$

## Capítulo V

### Discusión y conclusiones

#### Discusión

Uno de los temas centrales de este trabajo fue el determinar si hay o no diferencias en la capacidad cardiorrespiratoria de una muestra de jóvenes rarámuris frente a una muestra de jóvenes mestizos. La respuesta a este planteamiento resultó afirmativa, y se observó que las diferencias entre rarámuris y mestizos son significativas, donde los rarámuris con 56.18 mL·Kg·min (rango de 35.64-91.26) superan por poco más de un 20% promedio a los mestizos que alcanzaron un promedio de 45.90 mL·Kg·min (con rango de 26.38-72.89). También encontramos que dichas diferencias se mantienen cuando se pondera el análisis expresando el  $\text{VO}^2_{\text{max}}$  por kilogramo de masa magra, ( $69.76 \pm 19.11$  ml/kgFFMxmin de los rarámuris frente a  $58.37 \pm 10.98$  ml/kgFFMxmin de los mestizos). Por lo que consideramos que los resultados nos permiten contrastar de manera positiva la hipótesis planteada.

Intentando darle alguna dimensión a la condición física de los rarámuri, contrastamos nuestros resultados con los resultados de otros trabajos realizados sobre un grupo humano que es famoso por producir a algunos de los mejores corredores de distancia a nivel olímpico. Se trata del grupo nandi que viven al oeste de Kenya que fueron estudiados por Larsen y colaboradores (2004). Los resultados de este trabajo muestran que el  $\text{VO}^2_{\text{max}}$  promedio de los jóvenes nandi es de 50 mL·Kg·min (rango 45-60) y 55 mL·Kg·min (37-63), para pueblos y villas respectivamente<sup>32</sup>. Con base en esta comparación podemos ver como los valores de los jóvenes rarámuris se encuentran en los niveles de un desempeño físico alto, al igual que los jóvenes nandi, mientras que ante tal comparación el consumo de oxígeno de los mestizos en promedio es más bajo, aunque en términos generales para los niveles de una población en general, podemos clasificar sus valores como buenos.

Respecto a la variación observada dentro del rango del  $\text{VO}^2_{\text{max}}$  de mestizos y rarámuris, podemos decir que es amplia, tanto en los límites bajos como en los altos. Una de

---

<sup>32</sup> Estos resultados se expresan con esta distinción debido a que en el estudio de Larsen et al (2004) se hizo un contraste entre los jóvenes de los pueblos y los jóvenes de las villas por considerar que tienen ambientes diferentes, observando que el ambiente de los jóvenes de las villas es mucho más favorable para el desarrollo de la condición física.

las mejores explicaciones para este comportamiento se puede atribuir a las variaciones en el estilo de vida, donde podemos encontrar tanto sujetos muy sedentarios como sujetos con altos niveles de actividad, donde incluso muchos de ellos realizan un entrenamiento deportivo. Aunque por otra parte, un elemento que podría explicar la variación, es el grado de aculturación y el grado de urbanización en que se desarrollan los sujetos. Contraste que suena interesante, pero dado el tamaño de la muestra, tal comparación no fue posible.

Con respecto a los niveles de actividad física y su impacto sobre la capacidad aeróbica con base en los datos del IPAQ, se observó que de manera general fue más importante la influencia negativa de las actividades sedentarias sobre la condición física que las actividades moderadas o vigorosas en términos positivos.

Las preguntas que nosotros generamos sobre actividades como las caminatas, el trabajo en el campo y la participación en danzas, ofrecen otro tipo de información. Misma que de manera general mostró correlaciones importantes con la capacidad cardiorrespiratoria y la composición corporal. Con estos datos encontramos que las largas caminatas, y sobre todo la participación en danzas fueron los elementos de la actividad más importantes al momento de explicar buena parte de la variación en el  $VO_2\text{max}$ .

Los resultados de estos indicadores coinciden con las observaciones y los planteamientos hechos por Balke y Snow (1965), que observaron que los jóvenes menos aculturados tendieron a presentar una mejor condición física, que en su caso fueron aquellos jóvenes ajenos al internado de Sisoguichi.

En nuestro caso los indicadores de las caminatas y la participación en danzas, presentaron algún tipo de asociación con la condición física, que en cierto punto son similares a los resultados de Saltin *et al.* (1995) y Larsen *et al.* (2004), quienes encontraron una asociación entre la condición física y la realización frecuente de largas caminatas y altos niveles de actividad, aunque en nuestro caso no coincidieron los niveles de actividad, debido en parte por la herramienta utilizada para estimarlos.

Cabe mencionar que en nuestro caso las caminatas y la participación en danzas son indicadores de una forma de vida propia de los rarámuri, donde caminar largas distancias, correr, pastorear chivos y ovejas, son actividades frecuentes, y muestran una estrecha relación entre las mismas, teniendo una mayor regularidad en los entornos menos urbanizados.

El impacto de las caminatas también se puede explicar por la ausencia de escuela en sus comunidades, que junto con los efectos de los sistemas de becas propician las caminatas y grandes desplazamientos semanalmente. Como señalamos antes, Larsen y colaboradores (2004) han señalado un efecto positivo de los largos y frecuentes desplazamientos sobre la condición física.

Con base en lo anterior, podemos suponer que los presentes resultados apoyan el efecto del ambiente sobre la capacidad cardiorrespiratoria, situación que soporta en gran medida una hipótesis ambiental en la explicación de la resistencia física rarámuri, y que concuerda con algunas de las propuestas de Balke y Snow (1965), Battles (2004) y Acuña (2007).

Situación que tampoco descarta el papel que juega el componente genético, en dicho fenómeno, pues como plantean Wilmore y Costill (2007), pueden haber algunos elementos como la actividad física que influyen en el desarrollo de la capacidad cardiorrespiratoria, pero tienen un papel limitado, pues los estudios han demostrado, como a pesar de los incrementos en la carga de entrenamiento, una vez alcanzados ciertos niveles en las ganancias del consumo de oxígeno, estas llegan a ser mínimas, concluyendo que el límite para las ganancias en el volumen de oxígeno consumido está establecido de manera genética, a partir de las diversas formas y tipos de relaciones entre los diferentes sistemas corporales.

Trabajos previos como el de Bouchard y colaboradores (1999) han demostrado como el componente familiar juega un papel decisivo en la determinación del  $VO_2\text{max}$ . Manifestando cómo la actividad física juega un papel estimulante, mientras que el genotipo tiene un papel determinante.

En nuestro caso los límites máximos sugieren otro tipo de diferencias, que quizás podrían atribuirse a un componente genético, que junto a un ambiente favorecedor desde los componentes sociales y culturales pudieron incidir sobre la selección natural, que podría explicar los límites máximos del  $VO_2\text{max}$ , así como en su distribución y comportamiento general que se puede observar en las gráficas 7 y 8, donde la mediana de los rarámuris es mayor al tercer cuartil de los mestizos, y de manera similar el cuarto cuartil de los rarámuris es mayor al límite superior de los mestizos.

Tomando en cuenta estos elementos, no es posible dejar de lado el papel que la genética podría estar jugando dentro del fenómeno de la resistencia física de los rarámuris, y

sobre todo en el de los corredores, pero ante una ausencia de datos nos resulta imposible generar una conclusión al respecto. Pero hasta este momento, lo que si podemos considerar es que el ambiente sociocultural de los rarámuris juega un papel importante en el desarrollo de su capacidad cardiorrespiratoria.

La otra parte que nos propusimos abordar en esta investigación; fue el de evaluar si hay algún elemento morfológico que pudiera brindar alguna ventaja biomecánica que pudiera influir sobre la economía de la carrera. Así que realizando una aproximación a sus determinantes partimos de ciertas medidas generales para identificar algunas diferencias en la forma física en general y buscamos alguna relación con el desempeño físico.

Lo que encontramos fue que el papel que juega la masa corporal<sup>33</sup> en general, sobre todo aquella ligada al tejido adiposo, influyó de manera negativa sobre el trabajo físico, por lo que en general se ha estimado que los sujetos más ligeros tienen algún tipo de ventaja para realizar actividades donde se deba desplazar o sostener la masa corporal.

Para los fines de esta investigación se contemplaron las principales dimensiones de la masa corporal, que son en principio, el peso y la estatura, y la relación de estas variables (IMC). Dichas variables mostraron un patrón, donde siempre las medidas de los rarámuris fueron menores, y de estas medidas fueron significativas las diferencias en peso y estatura total, encontrando que con respecto a los mestizos los rarámuris son más pequeños y ligeros, que fue un rasgo ventajoso según el trabajo de Coetzer *et al.* (1993), y aunque no hubo diferencias en el índice de masa corporal, se puede considerar que ambos grupos tuvieron índices de masa corporal relativamente bajos, pues si los comparamos con los valores de los mexicano-americanos esperados (22.7 Kg./m<sup>2</sup>) presentados por Larsen *et al.*(2004), observamos que el IMC de nuestras muestras (20.58 mestizos y 20.16 rarámuris) fue menor y más similar al de los jóvenes japoneses y brasileños (< 20.5 Kg./m<sup>2</sup>), apareciendo como relativamente ligeros, aunque sin llegar a ser tan bajos como los de los jóvenes nandi de Kenya (18.4-18.6 Kg./m<sup>2</sup>) o los jóvenes de la India (17.9 Kg./m<sup>2</sup>) que se señalan en el mismo trabajo de Larsen y colaboradores (2004).

Por lo que respecta a los segmentos; tanto las extremidades superiores como las inferiores fueron más cortas en los rarámuris con respecto a los mestizos, y en el caso de las extremidades inferiores también más magras y ligeras. Aunque al parecer al menos en lo que

---

<sup>33</sup> Que se presenta como una masa o peso muerto que debe mover el sujeto para realizar una tarea.

se refiere al segmento de la pantorrilla, el perímetro de los jóvenes rarámuris fue mayor a la de los adolescentes kenianos (33.5cm vs 31.9cm), similares al de los jóvenes afroamericanos (33.5cm), donde si bien no son tan bajas como las de los kenianos, son menores a las de los jóvenes caucásicos (34.0) que refieren Larsen *et al.* (2004).

En segmentos como la distancia biiliocrestal no fue posible establecer una comparación con los kenianos, pero es interesante que en el caso de los jóvenes rarámuris sea considerablemente menor que el de los mestizos, hecho que se podría relacionar con diferencias en el movimiento vertical del cuerpo, y la oscilación de la cadera durante la carrera, que fueron elementos que mostraron ciertas tendencias en los corredores más económicos según Williams y Cavanagh (1987).

De igual manera se obtuvieron otros indicadores de robusticidad ósea como las distancias biepicondilares del húmero y fémur que por desgracia debido a la ausencia de datos, en este trabajo no pudieron ser comparadas con las de otras poblaciones de buenos corredores como los jóvenes kenianos.

Dentro de los segmentos, el más interesante fue la longitud de las piernas, pues en esta prueba el rasgo influyó de manera negativa sobre la economía durante la prueba en las intensidades submáximas, y que contrariamente a lo esperado es considerablemente menor en los rarámuris, que en los términos del test presentaron algún tipo de ventaja. Las diferencias en este segmento se pueden apreciar en las diferencias en el índice córmico y en el índice long. piernas/ estatura. Los valores observados en el último índice para los rarámuris presentan el valor de .514 y los mestizos .527, donde el valor de estos últimos puede considerarse como similar al de los corredores de elite escandinavos (.528), probablemente por la afinidad biológica que tienen los mestizos con los grupos caucásicos. Pero según lo observado por Larsen y colaboradores (2004) los valores de este índice en nuestras muestras son menores a los de los jóvenes nandi de Kenya (.552 y .555).

Estos resultados parecen un tanto contradictorios para el caso rarámuri a primera vista, aunque hay que tomar en cuenta que las características de las pruebas en que estas poblaciones se desenvuelven son un tanto distintas, pues las distancias recorridas por los kenianos no suelen ser tan largas y la relación entre la longitud de las piernas y la velocidad podrían estar vinculadas con mayores velocidades en distancias relativamente cortas (40- 60 Km.). Por otra parte es probable que en pruebas de gran resistencia como las carreras de bola

rarámuris, las relaciones sean un tanto distintas. Además la topografía de los terrenos donde se realizan las pruebas en el caso rarámuri es muy particular, y como vimos en la prueba del escalón los rarámuris con sus piernas cortas podrían tener una mayor economía en terrenos escarpados. Quizás por la menor flexión requerida para elevar las piernas y la mayor proximidad del centro de gravedad con la superficie durante el desplazamiento semivertical.

De manera conjunta podemos retomar los comentarios de Williams y Cavanagh (1987) sobre la dependencia de la economía en la carrera de resistencia sobre diversos rasgos que interactúan en conjunto, y donde la transferencia de energía entre componentes juega un papel importante en la economía de los movimientos.

Por otra parte en ese mismo trabajo Williams y Cavanagh (1987) retoman las observaciones de un trabajo previo suyo, donde indican que la longitud de la zancada de los corredores de elite puede jugar un papel distinto al esperado, pues la zancada de los corredores de elite en su trabajo fue en promedio 8 cm. menor que la de otros corredores no tan exitosos, hecho que plantea ciertas diferencias con los planteamientos previos, por lo que la longitud de las piernas puede no influir de la manera pensada sobre la economía de la carrera.

Dentro de este mismo espacio de la economía en la carrera, han surgido algunas propuestas de indicadores como el “arm-moment” presentado por Scholz y colaboradores (2008), donde se considera un efecto importante en la economía de la carrera por medio de la acumulación de energía en estructuras elásticas como los tendones, estas propuestas han desarrollado resultados válidos, dado que la reproducción del experimento y demás pruebas realizadas por Raichlen y colaboradores (2011) reiteran los resultados, expresando una relación entre la longitud del calcáneo y el tendón de Aquiles con un impacto importante sobre la economía de la carrera y por lo tanto del gasto energético durante la misma, por lo que este rasgo se presenta como prometedor para futuros trabajos, y que quizás en alguna medida podría ayudarnos a entender la resistencia física rarámuri desde una perspectiva de la economía de la carrera.

Finalmente en este trabajo también pudimos observar de manera general muchas de las diferencias que hay en la región denominada como “Sierra Tarahumara”, y como las realidades de los mestizos y rarámuris suelen ser diferentes a pesar de desarrollarse en un mismo ambiente físico, pero donde sin lugar a dudas las diferencias en el ambiente social y

cultural juegan un papel muy importante, como lo muestran los indicadores de las condiciones de vida y la estructura familiar. Y si a estos contextos tan distintos agregamos las diferencias biológicas propias a la historia evolutiva de cada grupo, las diferencias evidentemente serán mayores, lo que desemboca en realidades completamente distintas, y en diferencias que se plasman en los cuerpos, así como en el uso que se hace de los mismos.

Los datos sobre la forma general del cuerpo de los sujetos visto por medio del somatotipo indican que algunos mestizos suelen mostrar mayores valores en los componentes mesomorfo y endomorfo, mismos que se asocian de manera general con la adiposidad y la muscularidad del somatotipo, aunque de manera global el comportamiento es muy similar entre muestras, y en ellas predominó el somatotipo meso-ectomorfo y mesomorfo.

Dando contexto a estos somatotipos, podemos decir que el tipo de somatotipo predominante de nuestras poblaciones se han asociado con una buena respuesta al entrenamiento aeróbico según los datos de Chaouachi *et al.* (2005). En términos comparativos con los corredores que trabajaron Coetzer *et al.* (1993), los datos de nuestros sujetos tuvieron un comportamiento un poco diferente en términos somatotipológicos, pues los datos de Cotzer presentan valores para el componente mesomorfo de 3.2 para blancos y 3.3 en negros, mientras que nuestros sujetos para el mismo componente los valores fueron de 4.35 en mestizos y 4.55 en rarámuris. En el componente ectomórfico los valores fueron más similares, siendo de 3.9 tanto en blancos como en negros, mientras que en nuestros sujetos los valores fueron un poco más bajos pero muy similares, con 3.58 en mestizos, y 3.36 en rarámuris. Pero es en el componente endomórfico donde se observan las diferencias más grandes entre el grupo de corredores (1.7 en blancos y 1.4 en negros), con respecto a nuestras muestras (3.92 en mestizos y 3.70 en rarámuris), diferencias que probablemente obedezcan a que nuestra muestra es de población general y no de deportistas especializados.

Tomando en cuenta el carácter plástico y modificable del somatotipo; muchas de las diferencias en los aspectos físicos también se puede explicar en cierta medida por los problemas de desnutrición y enfermedades que enfrentan los rarámuris, mismos que se encuentran ligados a un patrón carencial como han mostrado los trabajos de Monárrez, J. y Martínez, H. (2000), y Balcázar y colaboradores (2009) que muestran panoramas muy diferentes en la nutrición de los rarámuris que van de un patrón de alimentación y nutrición

carencial general en los lugares más lejanos de la sierra, a establecer un patrón carencial en micro nutrientes y de un alto contenido de grasas e hidratos de carbono en las ciudades. Siendo solamente posible encontrar una situación más favorable en los albergues de la sierra, donde se observó una alimentación más adecuada y suficiente.

Mientras que en el caso de los mestizos, los principales problemas tienen que ver con las características de la dieta, pues la misma es alta en grasas, carnes y harinas, hecho que desemboca en mayores problemas de sobrepeso como observamos en nuestros datos con somatotipos de mayores tendencias a la endomorfia. Dichos datos muestran como los jóvenes rarámuris tuvieron tendencias a los estados carenciales, mientras que en muchos casos los mestizos tendieron presentar sobrepeso, que se puede vincular con otro tipo de mala nutrición como se observó en los indicadores del peso para la edad, y el IMC para la edad.

Los resultados fueron consistentes con los datos de masa grasa y masa magra, donde varios indicadores mostraron menores cantidades de tejido magro que se relaciona con un consumo inadecuado de proteínas, también se encontraron valores más bajos en algunos indicadores de adiposidad como los panículos, principalmente en los de las extremidades donde el porcentaje de grasa fue menor en los rarámuris. De igual forma se puede observar parte del efecto carencial en la proporcionalidad, donde las extremidades fueron menores en los rarámuris, aunque también es difícil definir que tanto está determinado por la desnutrición, y que tanto podría ser parte de una morfología corporal propia, pues como indican Balke y Snow (1965) es normal observar una mayor longitud del tronco como rasgo propio en las poblaciones mongoloides.

Por otra parte, casi la totalidad de los jóvenes tuvieron asistencia alimentaria desde los seis años, donde según los datos de Balcázar y colaboradores (2009) tuvieron acceso a una dieta adecuada, aunque también es un hecho latente que durante los primeros años de vida de muchos rarámuris pudieron existir deficiencias alimentarias. Todo ello debido a que hasta antes de los 7 años aproximadamente su panorama fue muy distinto, ya que generalmente hasta esta edad tienen acceso al apoyo alimentario que representan los internados y albergues.

Por otra parte algunas diferencias en otros segmentos como el distancia biilicrestal, el índice hombros cadera, la longitud del pie, la estatura, la robusticidad ósea y la distribución

de la grasa en las extremidades sugieren una morfología particular que también podría explicarse con base en un componente genético o epigenético<sup>34</sup>.

### **Conclusiones**

Respecto a los datos observados podemos concluir que si hay diferencias consistentes en la capacidad cardiorrespiratoria vista por medio del  $VO_2\text{max}$  entre rarámuris y mestizos de edades similares, hecho que permite corroborar las observaciones previas de Balke y Snow (1965), generando al parecer una distinción que podría ser de un grado distinto, y que podría aparecer como cualitativa entre poblaciones con respecto a este rasgo, por lo que pueden ser muy importantes algunas investigaciones en este campo desde la perspectiva genética.

El ambiente sociocultural juega un papel importante en el desarrollo de la capacidad cardiorrespiratoria, pero dada la naturaleza de los indicadores empleados en esta investigación no son capaces de explicar la capacidad aeróbica de los rarámuris solamente sobre una base ambiental, pues el comportamiento de los indicadores de actividad más importantes pueden encubrir aspectos genéticos, dado el paralelismo que muestran con la etnicidad.

Finalmente fue posible apreciar diferencias en las dimensiones y proporciones del cuerpo de los rarámuris con respecto a la población mestiza de la región, Ofreciendo la posibilidad de que en estudios más especializados desde la biomecánica se puedan determinar algunos elementos de importancia para el desempeño físico de los rarámuri.

### **Observaciones y retos para el futuro.**

Es importante buscar respuestas desde la biomecánica que tomen en cuenta las posibles relaciones morfológicas entre el desempeño y el tamaño y la forma del cuerpo, pues estas pueden impactar notablemente la economía durante la carrera de resistencia que puedan ser muy notables a nivel ínter poblacional y en poblaciones especializadas de corredores que nos permitan entender la destreza de las poblaciones rarámuris en la carrera de resistencia.

---

<sup>34</sup> Entendiendo como epigenético a aquellos fenómenos que no alteran la secuencia del ADN, pero que si afectan su expresión.

Luce como una opción no explorada y muy prometedora la investigación de los factores genéticos que nos ayuden a entender sobre una base genética la posibilidad de que haya una predisposición genética o epigenética que favorezca un elevado desarrollo de la capacidad aeróbica y de trabajo en las poblaciones rarámuris.

Aparece como un elemento muy interesante el realizar estudios en poblaciones más tradicionales para poder determinar de manera más específica el impacto de las formas de vida sobre la condición física y las características físicas y genéticas de las poblaciones rarámuris.

Nos parece muy importante que las investigaciones en este campo se muevan en una perspectiva integral que aborden y relacionen los diferentes aspectos que intervienen en el desarrollo de la resistencia física de los rarámuris para obtener una explicación más coherente y satisfactoria.

### **Consideraciones finales**

Como elemento final de este trabajo hemos hecho una integración, donde retomamos nuestras preguntas de investigación planteadas en un principio y las analizamos a la luz de los datos y el alcance de los mismos, para conocer que tan satisfactorias o limitadas pueden ser nuestras respuestas a las mismas.

Por lo que retomando nuestra primera pregunta ¿Es posible observar diferencias significativas en la capacidad aeróbica de los rarámuris frente a los mestizos de la misma región?

Podemos responder afirmativamente la presencia de diferencias, ya que de manera preliminar es posible constatar diferencias significativas entre ambas muestras. Consideramos como preeliminares las diferencias, sobre todo por el tamaño de muestra obtenido, que puede ser una limitante donde quizás al ampliarla sea posible observar mayores o menores diferencias. Motivo por el que resulta imperante incrementar el número de sujetos en el caso de los jóvenes rarámuris, sobre todo integrando jóvenes de poblados un poco más distantes y aislados.

Lo anterior permitiría generar otro tipo de comparaciones, donde se puedan constatar las diferencias entre mestizos y rarámuris, pero también permitiría buscarlas entre los propios rarámuris, principalmente entre los que se desarrollan en un contexto más mexicanizado (por nombrarlo de alguna manera) y aquellos que se desenvuelven en un espacio más tradicional, hecho que permitiría controlar algunos aspectos biológicos y contrastar de una mejor manera los elementos ambientales.

En la evaluación arriba propuesta, también se podrían comparar los rasgos comportamentales, culturales, morfológicos y genéticos de dichas muestras y evaluar el comportamiento de la capacidad cardiorrespiratoria, las frecuencias genéticas y la biomecánica de los sujetos para así contrastar de mejor manera las hipótesis sobre la resistencia física de los rarámuris que se han planteado hasta este momento.

Nuestra segunda pregunta dice ¿Es posible encontrar indicios del origen de la resistencia física de los rarámuris en su escala de actividad y forma de vida?

A este respecto los datos nos permitieron responder que la forma de vida, si juega un papel muy importante para el desarrollo de la capacidad cardiorrespiratoria de los jóvenes rarámuris, sobre todo aquellas actividades que fueron muy particulares de este grupo, como la participación en danzas y las largas caminatas. Las últimas se entienden y son posibles gracias a las formas de asentamiento y apropiación de su ambiente que hace este grupo, donde el entorno los obliga a vivir en la dispersión, en tanto la naturaleza del terreno separa las tierras cultivables y los recursos del ambiente por las peñas y barrancas de la sierra (Acuña, 2007). También en este entorno los recursos suelen ser captados de manera importante por medio del pastoreo que también implica largas caminatas, y cuya importancia radica en que a través del abono del ganado (caprino principalmente, también ovino y bovino), se enriquece y da rentabilidad a los pobres suelos de la sierra, mismos que son el medio para obtener su alimento fundamental y sagrado que es el maíz, cuya abundancia es asegurada por medio de una relación sana con las divinidades, donde el danzar resulta ser un elemento fundamental en la relación entre los hombres y sus dioses. Así se entiende porque en nuestro trabajo la participación en las danzas resultó ser un elemento que se asoció de manera importante a su capacidad cardiorrespiratoria, misma que con los rituales, remedios tradicionales (curación de piernas de los corredores) y quizás con algunas ventajas

biomecánicas, sean parte del complejo de relaciones que nos ayuden a entender la resistencia física de los rarámuris y su gran capacidad para correr.

Por último en este trabajo nos preguntamos ¿Existe alguna diferencia somática que pueda ofrecer alguna ventaja biomecánica y energética a los rarámuris para la carrera de resistencia?

A lo que pudimos responder en primera instancia; que si es posible observar diferencias somáticas entre los rarámuris y los mestizos, principalmente en las extremidades y la masa de los mismos. Dichas diferencias pueden ser explicadas desde las condiciones de salud y nutrición de los sujetos, pero también desde la particularidad de la forma del cuerpo inscrita en su variación genética, y que en interacción con su forma de vida son integradas en la ontogenia de los sujetos, generando las diferencias observadas en esta investigación.

Por lo anterior, las diferencias somáticas pueden ser elementos que en gran medida puedan explicar la resistencia física de los rarámuris. Mismos que al parecer poseen una mayor capacidad fisiológica para desempeñar actividad física. Pero también observamos que en terrenos escarpados y en pruebas muy largas; la masa y la forma general del cuerpo podrían ofrecer algunas ventajas. Por ello resulta importante determinar de manera precisa si hay diferencia en la economía para correr entre rarámuris y mestizos, entre los mismos rarámuris, y en población especializada como los corredores, pues algunas de las explicaciones más importante podrían venir desde la economía, que junto con una alta capacidad aeróbica pueden ser la llave para entender la destreza en la carrera de resistencia por la que son tan conocidos los rarámuris.

Por supuesto, tomando todo lo anterior en el contexto social y cultural en que se desarrollan y en que son posibles.

### **Nuestras aportaciones**

Es importante comentar que a lo largo del proyecto de investigación se aplicó un enfoque biocultural, estableciendo los nexos entre los diferentes sistemas que apelan a los dos espacios que hemos dividido en base a la dicotomía cultural de nuestra realidad en un esquema de praxis que construye una realidad dividida en Biología y cultura. Además, se integraron de manera frecuente en las explicaciones las relaciones complejas y

constricciones que se establecen desde los diferentes elementos, mismos que se asignan a la Biología y a la cultura, y que se expresan en el ambiente físico y sociocultural. De manera conjunta se evidenció la naturaleza compleja y caótica de las relaciones que establecen categorías como la actividad física y la aptitud física que fueron los elementos centrales de este trabajo.

En el campo de la actividad física se integran las explicaciones sociales y culturales que contextualizan los patrones y el tipo de actividad, que permite comprender las relaciones observadas y el sentido de las mismas, y que en este caso se manifiestan modelando los patrones de actividad física denotando su sentido biocultural. Conjuntamente, sus efectos fueron visibles en esta investigación sobre otros sistemas y subsistemas como lo son la composición corporal y la aptitud física.

Otra aportación importante fue la de poder generar datos recientes y vistos desde otros enfoques sobre la resistencia física de los rarámuris, tema que había sido relegado en muchos de los trabajos de la zona abordados desde la Antropología física y otras disciplinas biomédicas.

Finalmente podemos considerar como una aportación el haber desarrollado una investigación que en su temática, enfoque y aplicaciones técnico metodológicas muestran originalidad para el contexto nacional, integrando viejas y nuevas perspectivas en su trabajo.



## Referencias bibliográficas.

- Acuña, A.  
2003 Correr para vivir: el dilema Rarámuri, *Desacatos*, 12:130-146.
- Acuña, A.  
2005 Funciones y definición conceptual de la carrera rarámuri de la Sierra Tarahumara, *Nueva Antropología*, 64:149-171
- Acuña, A.  
2007 *La construcción cultural del cuerpo en la sociedad rarámuri de la Sierra Tarahumara*, Ediciones Abya-Yala, Quito Ecuador.
- Alexander, R. M.  
1980 Optimum walking techniques for quadrupeds and bipeds, *Journal of Zoology of London*, 192:97-117.
- Anderson, T.  
1996 Biomechanics and running economy, *Sports Medicine*, 22: 76-89.
- 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. y C. Snow  
1965 Anthropological and physiological observations on Tarahumara endurance runners, *American Journal of Physical Anthropology*, 23:293-302.
- Barros-Núñez, P., M. A. Rosales-Reynoso, L. Sandoval, P. Romero-Espinoza, R. Troyo-Sanromán y B. Ibarra  
2008 Genetic variation of the FMR1 gene among four Mexican populations: mestizo, huichol, purepecha, and tarahumara, *American Journal of Human Biology*, 20:259-263.
- Basauri, C.  
1929 *Monografía de los tarahumaras*, Talleres gráficos de la nación.
- Battles, S. D.  
2004 The running man; human adaptability, ANT 575, University of Alabama. <http://web.as.ua.edu/ant/bindon/ant475/Papers/Battles.pdf>
- Bennett, W. C. y R. M. Zingg  
1935 *The Tarahumara: an Indian tribe of northern Mexico*, University of Chicago Press.
- Bonfiglioli, C.  
1995 *Fariseos y matachines en la Sierra Tarahumara. Entre la pasión de Cristo, la transgresión cómico-sexual y las danzas de conquista*, Instituto Nacional Indigenista, México.
- Bouchard, C., R. M. Malina, y L. Pérusse  
1997 *Genetics of fitness and physical performance*, Human Kinetics Champaign Illinois.

- Bouchard, C., P. Ann, T. Rice, J. S. Skinner, J. H. Wilmore, J. Gagnon, L. Pérusse, A. S. Leon, y D. C. Rao  
1999 Familial aggregation of V̇O<sub>2</sub>max response to exercise training: results from the HERITAGE family study, *Journal of Applied Physiology*, 87(3):1003–1008.
- Bourdieu, P.  
1991 *El sentido práctico*, Editorial Taurus. España.
- Bramble, D. M., y D. E. Lieberman  
2004 Endurance running and the evolution of *Homo*, *Nature*, 432:345-352
- Carter, J. E. L., y B. H. Heath.  
1990 *Somatotyping - development and applications*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Carter, J. E. L.  
2002 *The HEATH-CARTER anthropometric somatotype-instruction manual*- San Diego State University, recuperado el 5 de noviembre 2010 de <http://www.somatotype.org/Heath-CarterManual.pdf>
- Carrier, D R.  
1984 The energetic paradox of human running and hominid evolution, *Current Anthropology*, 25(4):483-495.
- Caspersen, C. J., K. E. Powell, y G. M. Christenson  
1985 Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research, *Public Health Reports*, 100(2):126-130.
- Chaouachi, M., A. Chaouachi, K. Chamari, M. Chtara, Y. Feki, M. Amri y F. Trudeau  
2005 Effects of dominant somatotype on aerobic capacity trainability, *British Journal of Sports Medicine*, 39:954–959
- Coetzer, P., T. D. Noakes, B. Sanders, M. I. Lambert, A. N. Bosch, T. Wiggins, y S. C. Dennis.  
1993 Superior fatigue resistance of elite black South African distance runners, *Journal of Applied Physiology*, 75(4): 1822-1827.
- Cole, T. J., M. C. Bellizzi, K. M. Flegal, y W. H. Dietz.  
2000 Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: International survey, *British Medical Journal* 320:1240-1243.
- Descola P.  
2001 Construyendo naturalezas: ecología simbólica y práctica social. En: Descola P. y Pálsson G. (Coord.), *Naturaleza y sociedad: perspectivas antropológicas*, 1ra. Edición Siglo XXI editores:101-123.
- Drusini, A., y M. Tommasco  
1981 Physical anthropology of Tarahumara Indians of northern México, *Anthrop. Anzeiger*, 39(3):189-199.

- Durnin, J. V. G. A. y 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
- Eveleth, P. B. y J. M. Tanner  
1976 *World variation in human growth*, Cambridge University Press  
Enciclopedia de los municipios de México.  
2010 recuperado el 15 de noviembre de 2010 de <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08027a.htm>
- Foy, C. A., L. J. McCormack, W. C. Knowler, J. H. Barrett, A. Catto, y P. J. Grant  
1996 The angiotensin-I converting enzyme (ACE) gene I/D polymorphism and ACE levels in Pima Indians, *Journal of Medical Genetic*. 33:336-337.
- Firman G. O.  
2010 *Fisiología del ejercicio físico*, recuperado el 5 de febrero de 2010 de [www.intermedicina.com/Avances/Interes\\_General/AIG05.pdf](http://www.intermedicina.com/Avances/Interes_General/AIG05.pdf)
- Frisancho A.R.  
1990 *Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status*, Ann Arbor The University of Michigan Press.
- Gallegos-Arreola, M. P., L. Sandoval-Ramírez, L. E. Figuera, L. Arnaud-López, F. Rivas, R. P. Mariad-Schmidt, y G. M. Zúñiga-González  
2005 Haplotypes *Eco47 III–Nsp I* sites frequencies on the *IDUA* gene in Mexican native population, *European Journal of Medical Genetics*, 48:29-32.
- García-Ortiz, J. E., L. Sandoval-Ramírez, H. Rangel-Villalobos, H. Maldonado-Torres, S. Cox, C. A. García-Sepúlveda, L. E. Figuera, S. G. E. Marsh, A. M. Little, J. A. Madrigal, J. Moscoso, A. Arnaiz-Villena y J. R. Argüello  
2006 High-resolution molecular characterization of the HLA class I and class II in the Tarahumara Amerindian population, *Tissue Antigens*, 68:135–146. doi: 10.1111/j.1399-0039.2006.00636.x
- Geertz, C.  
1987 *La interpretación de las culturas*, Ed. Gedisa, México.
- Goodman, A. H., y T. L. Leatherman (Eds.)  
1998 *Building a new biocultural synthesis political-economic perspectives on human biology*, Ann Arbor: The University of Michigan Press.
- Gould, S.D. y E. S. Vrba  
1982 Exaptation, a missing term in the science of form, *Paleobiology*, 8(1):4-15
- González-Irigoyen, E.  
1999 *Diagnóstico colectivo de salud 1998-1999. Ejido de Choquita (Municipio de Guachochi)*, Facultad de Medicina, UACH. 1999 (Sin publicar)
- Groom, D.  
1971 Cardiovascular observations on Tarahumara Indian runners – The Modern Spartans, *American Heart Journal*, 81(3):304-314.

- Gurney, T. M., y D.B. Jelliffe  
1973 Arm of muscle circumference and cross-sectional muscle and fat areas, *American Journal of Clinical Nutrition*, 26:912-915.
- 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.
- Ingold, T.  
2001 El forrajero óptimo y el hombre económico, En: *Naturaleza y sociedad: perspectivas antropológicas*. Descola P. y Pálsson G. (Coord.), 1ra. Edición Siglo XXI editores:37-59.
- IPAQ *International physical activity questionnaire*, recuperado el 20 de enero de 2010 de [www.ipaq.ki.se/](http://www.ipaq.ki.se/)
- Irigoyen-Rascon, F. y J. M. Palma-Batista  
1985 Rarájipari: the kick-ball race of the Tarahumara Indians, *Annals of Sports Medicine*, 2(2):79-94.
- ISAK.  
2001 *Estándares internacionales para la valoración antropométrica*. 1ra edición en español, Universidad Católica San Antonio de Murcia España.
- Jones, A., y D. R. Woods.  
2003 Skeletal muscle RAS and exercise performance. *International Journal of Biochemical Cell Biology* 35:855–866.
- Johnston, F. E., A. N. Paolone, H. L. Taylor y L. M. Schell  
1982 The relationship of body fat weight, determined densitometrically, to relative weight and triceps skinfold in american youths, 12-17 years of age, *American Journal of Physical Anthropology*, 57:1-6.
- Kennedy, J. G.  
1963 Tesguino Complex: The Role of Beer in Tarahumara Culture, *American Anthropologist*, 65:620–640
- Kennedy, J. G.  
1969 La carrera de bola tarahumara y su significación, *América Indígena*, 29(1):17-42.
- Koch, L G y S L Britton.  
2008 Aerobic metabolism underlies complexity and capacity. *Journal Physiology*, 586(1):83-95.
- Kuczumarski R. J., C. L. Ogden y S. S. Guo  
2002 “2000 CDC growth charts for the United States: methods and development”, National Center for Health Statistics, *Vital Health Statistics*, 11(246).
- Larsen H. B., D. L. Christensen, T. Nolan y H. SØndengaard  
2004 Body dimensions, exercise capacity and physical activity level of adolescent Nandi boys in western Kenya, *Annals of Human Biology*, 31(2):159-173.

- Lerner, K L y B W Lerner  
2002 *World of anatomy and physiology*, Editorial: Gale. Estados Unidos.
- Lévi-Strauss, C.  
1981 *Las Estructuras Elementales del Parentesco*, Paidós, Barcelona.
- Lévi-Strauss, C.  
1986 *La regard éloigné*, Emecé, Buenos Aires.
- Lewontin, R. C., S. Rose, y L. J. Kamin  
2003 *No esta en los genes, racismo, genética e ideología*, Crítica. Barcelona.
- Lieberman, D. E., D. M. Bramble, D. A. Raichlen, y J J. Shea  
2007 The Evolution of endurance running and the tyranny of ethnography: a reply to Pickering and Bunn (2007), *Journal of Human Evolution*: 53:434-437.
- Linton, R.  
1945 *Cultura y personalidad*, Fondo de Cultura Económica. México
- Lorite, J.  
1987 *El orden de lo femenino, origen de un simulacro cultural*, Ed. Anthropos, España.
- Lumholtz, C.  
1902 *Unknow Mexico*, New Cork: Charles Scribner's.
- Malina, R. M. C. Bouchard y O. Bar-Or  
2004 *Growth maturation and physical activity*, 2<sup>nd</sup> Edition Human Kinetics Champaign Illinois, Estados Unidos.
- Mares-Trías A.  
1999 *Comida de los Tarahumaras*, Cocina Indígena Popular 7, CONACULTA, México.
- Margaria, R. P. Aghemo y E. Rovelli  
1965 Indirect determination of maximal O<sub>2</sub> consumption in man. *Journal of Applied Physiology*, 20:1070-1073.
- Mauss, M.  
1925 *Ensayo sobre el don- forma y función del intercambio en las sociedades arcaicas-*. Editorial. Katz Madrid. 2009
- 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., H. Martínez, y T. Greiner  
2001 Iron deficiency anemia in reproductive-age Tarahumara women of northern México, *Salud Pública México*, 43:392-401.

- Nieuman, D. C., M. D. Austin, L. Benezra, S. Pearce, T. McInnis, J. Unick, y 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 y J. Unick  
2007. Validation of Cosmed's FitMate™ in measuring exercise metabolism, *Research in Sports Medicine: An International Journal*, 15(1):67–75.
- Ortega, F., J. Ruiz, J. L. Mesa, A. Gutiérrez, y M. Sjöström  
2007 Cardiovascular fitness in adolescents: the influence of sexual maturation status—the AVENA and EYHS Studies, *American Journal of Human Biology*, 19:801-808.
- Pasquet, P. M. Balcazar-Quintero, M. F. Rodríguez, M. Hinojosa, y S. DeSantiago  
2005 Relationships between physical activity, aerobic capacity and body composition in school children from the Sierra Tarahumara, México, *Proceedings of the 18<sup>th</sup> International Congress of Nutrition, 19-23 September 2005 ICC Durban South Africa*.
- Payne, G. y J. Morrow  
1993 Exercise and VO<sub>2</sub> max in children: a meta-analysis, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 64:305-313.
- Payne, J. y H. Montgomery  
2003 The renin–angiotensin system and physical performance, *Biochemical Society Transactions*. 31(6):1286-1289.
- Pennington, C. W.  
1963 *The Tarahumara of Mexico*, University of Utah Press. Salt Lake City, Utah.
- Pinker, S.  
1999 *El instinto del lenguaje: como crea el lenguaje la mente*, Alianza, Madrid.
- Raichlen, D.A., H. Armstrong, y D. E. Lieberman  
2011 Calcaneus length determines running economy: implications for endurance running performance in modern humans and neandertals, *Journal of Human Evolution*, 60:299-308
- Rangel-Villalobos, H. F. Rivas, L. Sandoval, B. Ibarra, Z. Y. García-Carvajal, J .M. Cantú, y L. E. Figueroa  
2000 Genetic variation among four Mexican populations (huichol, purepecha, tarahumara, and mestizo) revealed by two VNTRs and four STRs. *Human Biology*, 72(6):983-995.
- Ramírez-Goicoechea E.  
2009 *Evolución, cultura y complejidad: La humanidad que se hace a si misma*, 2ª Edición, Editorial universitaria Ramón Areces, Madrid.
- Rankinen, T. B. Wolfarth, J. Simoneau, D. Maier-Lenz, R. Rauramaa, M. A. Rivera, M. R. Boulay, L. Chagnon Pérusse, J. Keul, y C. Bouchard  
2000 No association between the angiotensin-converting enzyme ID polymorphism and elite endurance athlete status, *Journal of Applied Physiology*, 88:1571–1575.

- Roberts, R. A. y R. Landwehr  
2002 The surprising history of the “HRmax=220-age” equation, *JEPonline*. 5(2):1-10, recuperado el 10 de febrero de 2010 de <http://www.asep.org/journals/jeponline>
- Rodríguez- López, J.  
1999 Las carreras rarámuri y su contexto: una propuesta de interpretación, *Alteridades*, 9(17):127-146.
- Sahlins, M.  
1983 *Economía de la edad de piedra*, Akal Madrid.
- Saltin, B., H. Larsen, N. Terrados, J. Bangsbo, T. Bak., C. K. Kim, J. Svedenhag, y C. J. Rolf  
1995 Aerobic exercise capacity at sea level and at altitude in Kenyan boys, juniors and senior runners compared with Scandinavian runners, *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 5:209-221.
- Sariego, J. L.  
2002 *El indigenismo en la Tarahumara. Identidad, comunidad, relaciones interétnicas y desarrollo en la Sierra de Chihuahua*, INI-CNCA, México.
- Saucedo-Arteaga, G.  
2000 *Encuesta nutricional en la Sierra Tarahumara*, Informe Preliminar, México: Departamento de Educación Nutricional, Subdirección General de Nutrición, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.
- Scholz M. N., M. F. Bobbert, A. J. Van Soest., J. R. Clark y J. V. Van Heerde  
2008 Running biomechanics: shorter heels, better economy, *The Journal of Experimental Biology*: 3266-3271
- Simoneau, J. A. y C. Bouchard.  
1995 Genetic determinism of fiber type proportion in human skeletal muscle, *FASEB Journal*, 9:1091-1095.
- Scott, R. A., C. Moran, R. H. Wilson, V. Onywera, K. Michael, , M. K. Boit, W. H. Goodwin, P. Gohlke, J. Payne, H. Montgomery y Y. P. Pitsiladis  
2005 No association between angiotensin converting enzyme (ACE) gene variation and endurance athlete status in Kenyans, *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part A141:169 – 175.
- Scott, R. A. y Y. P. Pitsiladis  
2006 Genetics and success of east African distance runners, *International Sportmed Journal*, 7(2):172-186.
- Snyder, R. G., A. A. Dahlberg, C. C. Snow y T. Dalhberg  
1969 Trait analysis of the dentition of the Tarahumara Indians and mestizos of the Sierra Madre Occidental, México, *American Journal of Physical Anthropology*, 31(1):65-76.
- Tanner, J. M.  
1986 *El hombre antes del hombre: el crecimiento físico desde la concepción hasta la madurez*, F.C.E, México.

- Thomas, J. R. y Nelson J.K.  
2007 *Métodos de investigación en actividad física*, Paidotribo, Badalona-España.
- Vargas-Alarcón, G., G. Hernández-Pacheco, J. M. Rodríguez-Pérez, N. Pérez-Hernández, Z. Pavón, J. M. Fragoso, T. Juárez-Cedillo, C. Villarreal-Garza, y J. Granados  
2003 Angiotensin- converting enzyme gene (ACE) insertion/deletion polymorphism in Mexican populations, *Human Biology*, 75(6):889–896.
- Velasco de- Rivero, P.J.  
2006 *Danzar o morir: religión y resistencia a la dominación en la cultura tarahumara*, ITESO, México.
- Williams, A. G., M. P. Rayson, M. Jubb, M. World, D. R. Woods, M. Hayward, J. Martin, S. E. Humphries, y H. E. Montgomery  
2000 The ACE gen and muscular performance, *Nature*, 403:614
- Williams, K. R. y P. R. Cavanagh  
1987 Relationship between distance running mechanics, running economy, and performance, *Journal of Applied Physiology*, 63(3):1236-1245.
- Wilmore J. H. y D. L. Costill,  
2007 *Fisiología del esfuerzo y del deporte*, 6ª Edición, 363 Págs. Paidotribo. España.
- Woods, D.R. Humphries S.E. y H. E. Montgomery  
2000 The ACE I/D Polymorphism and human physical performance, *Trends in Endocrinology and Metabolism*, 11(10):416-420.
- Woods, D. R., A. J. Pollard, D. J. Collier, Y. Jamshidi, V. Vassiliou, , E. Hawe, , E. Steve, S. E. Humphries y H. E. Montgomery  
2002 Insertion/deletion polymorphism of the angiotensin I-converting enzyme gene and arterial oxygen saturation at high altitude, *American Journal of Respiratory Critical Care Medicine*, 166:362–366.

## Carta de Información y consentimiento. (Consentimiento informado)

No. de sujeto \_\_\_\_\_ (control interno).

A quien corresponda.

Anexo I.

Posibles participantes y señores padres o tutor del menor;

Por este medio queremos comunicarle nuestra intención de que: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ que es su hijo o esta a su cuidado, participe en el proyecto que lleva por nombre “**Capacidad aeróbica en adolescentes rarámuris y mestizos: aspectos genéticos y ambientales**”, que esta a cargo de los antropólogos físicos: Javier Rivera Morales, el doctor Luis Alberto vargas, y el doctor Patrick Pasquet, y cuenta con la colaboración del antropólogo físico Víctor Acuña Alonso, la Maestra Martha Balcázar Quintero y el Dr. Samuel Canizales Quinteros.

Este proyecto tiene como objetivo estudiar la condición física y algunos aspectos metabólicos que tienen que ver con el manejo y producción de las grasas por el cuerpo de los adolescentes en la sierra tarahumara, por lo que necesitamos realizar diferentes mediciones en los adolescentes.

Queremos comunicarle que estas mediciones no representan ningún riesgo físico para usted (en caso de ser mayor de edad) o el menor (si es menor de 18 años).

Entre las mediciones que se realizarán, se incluyen mediciones del tamaño y forma del cuerpo (antropometría), también se medirá la condición física por medio de una prueba que consiste en subir y bajar un escalón de 40 cm. llevando en su cara un máscara y en el pecho un pequeño cinturón que nos permitirá obtener los datos sobre su condición física, también se le medirá la presión sanguínea y la frecuencia cardíaca. Dentro del estudio vamos a hacerle algunas preguntas al joven, sobre las cosas que hace, sobre lo que come y cómo es su familia, también llevará durante cuatro días una cajita (acelerómetro) que registrará la actividad que realiza, le mostraremos unas imágenes o dibujos sobre una escala de desarrollo del cuerpo, indicándole el procesos de desarrollo que sigue el cuerpo de todas las personas que contiene imágenes del niño hasta que se hace adulto, donde el nos dirá de manera privada en que parte de la escala se encuentra.

Para este estudio le pediremos si quiere, que nos de una muestra de saliva (que escupa dentro de un tubito de plástico) para de ella obtener su ADN, que es la información que todos llevamos en nuestro cuerpo, y que nos servirá para conocer como varía la información de las personas en esta región, conocer algunos rasgos metabólicos como los lípidos en sangre y otros, así como su evolución, y si tiene alguna relación con el desempeño físico

Finalmente también se le podrá realizar una toma de sangre periférica por personal adiestrado, que nos permitirá obtener su ADN y conocer en parte su estado de salud, obteniendo datos sobre sus niveles de glucosa, triglicéridos, el colesterol total, los lípidos (grasas) de alta y el de baja densidad, la creatinina y el ácido úrico. Estos datos le serán entregados al participante tan pronto como nos sea posible, y en caso de tener algún problema se le comunicará su situación, para que pueda buscar atención.

El motivo de la toma de estos datos tienen el fin de conocer el efecto del alelo R230C del gen ABCA1 con la obesidad y la diabetes en la población mexicana en el estudio registrado y aceptado por el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ) con el Número 1631.

**Esta muestra no tiene como fin hacer un doble de usted, esta muestra será utilizada solamente para fines de investigación,** por lo que no se obtendrá ningún beneficio económico de su uso.

Usted no tiene que pagar nada, ni se le puede pagar nada, pues la ley no nos permite pagar para que las personas participen en los estudios, y así sean libres de decidir si quieren participar o no, también les queremos decir que si en alguna parte del proceso desean abandonar el estudio son libres de hacerlo sin tener ninguna presión por nuestra parte para permanecer.

La muestra de ADN será guardada y cuidada por nosotros en el laboratorio de la Escuela Nacional de Antropología e Historia o el INNSZ en el Distrito Federal, que serán almacenadas sin nombre (es decir serán anónimas), en un bando de ADN que nos permita realizar otros estudios, pero que nunca afectaran a su comunidad, aunque su procesamiento y análisis se pueda realizar en alguna otra parte pero siempre bajo nuestro cuidado, y evitando se le de un uso diferente al que le hemos dicho en el párrafo anterior, y que es para lo que usted nos la entrega.

**Lea esta carta bien antes de firmarla, y pregúntenos sobre cualquier duda que usted tenga,** que serán respondidas por el antropólogo Javier Rivera Morales.

Le recordamos que en cualquier momento puede hacernos cualquier pregunta, ya sea antes de firmar la carta o después, recuerde que el firmar esta carta no le obliga a participar o permanecer en el estudio, y esta carta solo tiene como fin hacer de su conocimiento nuestras intenciones de invitarlo a participar en el estudio, y que si decide participar, sabe de que se trata el estudio y los fines del mismo.

**Acepto y estoy consiente de lo que quiere y significa este estudio, todas mis dudas al respecto han sido respondidas, y sé que este trabajo es voluntario, y nada me obliga a participar o permanecer en el. Se que la muestra de ADN no me podrá ser devuelta pues no lleva mi nombre, y será usada solamente para fines de investigación sobre variabilidad biológica humana, metabolismo y fisiología humana y sus relaciones con el desempeño físico.**

Acepto participar en el estudio si ( ) no ( ).

Acepto dar mi muestra de ADN si ( ) no ( ).

Acepto que se me tome una muestra de sangre si ( ) no ( ).

Quiero que mi muestra se guarde en el banco de ADN del INNSZ si ( ) no ( ).

Participante:

Nombre: \_\_\_\_\_

En caso de ser menor de edad:

Firma: \_\_\_\_\_

Padre, Tutor o responsable del joven

Huella:

en este momento.

Estoy enterado y cuenta con mi consentimiento para participar en la investigación.

Nombre y firma: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Testigo 1: Jefe tradicional (Siriamé). Nombre y firma: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

Testigo 2 Nombre y firma: \_\_\_\_\_

Responsable de la investigación: Firma \_\_\_\_\_

A. F. Javier Rivera Morales

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2010

**Cuestionario sociodemográfico**

Fecha: / /2010 1. No. De individuo:\_\_\_\_\_

2. Nombre: \_\_\_\_\_ 3. Fecha de nacimiento \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

4. Lugar de nacimiento:\_\_\_\_\_ 5. Lugar donde vive:\_\_\_\_\_

6. Lugar donde estudia( ) o trabaja( ):\_\_\_\_\_ 7.¿Cuanto tiempo llevas en este

lugar?: \_\_\_\_\_ 8. ¿Cuenta con una beca?: si ( ) no ( ). 9. ¿Trabajas en el campo? si ( ) no ( ).

10. ¿Lo haces normalmente? ( ) solo en temporadas ( ).11. ¿Vives con tus padres? si ( ) no ( )

con quien vives?\_\_\_\_\_. 12. ¿De que material es la casa de tus padres?: Ladrillo ( )

Adobe ( ) Madera ( ) 13. De que es el piso de tu casa: Cemento ( ) Tierra ( ) 14. ¿Tienes Agua

entubada? ( ) de pozo ( ), ninguna de las dos ( ). 15. ¿Tienes energía eléctrica? si ( ) no ( ).

16. Tienes baño (WC) si ( ) no ( ) 17.¿Tienes letrina? si ( ) no ( ). 18. Tu Padre trabaja en el

campo? Si ( ), no ( ) en que trabaja?\_\_\_\_\_ 19. Tu madre tiene otro trabajo aparte de

hacer las cosas de la casa? No ( ) Si ( ) ¿Cuál?\_\_\_\_\_ . 20. Ya estas casado? no ( )

Si ( ) Tienes hijos si ( ) no ( ). 21. Fumas: Si ( ), no ( ) cada cuanto tiempo \_\_\_\_\_y cuantos

cigarros\_\_\_\_\_. 22. Consumes bebidas con alcohol (tesguino, pisto) Si ( ), no ( ) cada cuanto

tiempo \_\_\_\_\_ y te llegas a emborrachar? Si ( ), no ( )

**Alimentación.**

Recordatorio de dieta 24 horas.

Día 1: ¿Que comiste desde que te levantaste hasta ahora ?\_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

¿Que comiste ayer desde esta hora hasta que te acostaste? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

Día 2: ¿Que comiste desde que te levantaste hasta ahora ? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

¿Que comiste ayer desde esta hora hasta que te acostaste? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

Día 3: ¿Que comiste desde que te levantaste hasta ahora ? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

¿Que comiste ayer desde esta hora hasta que te acostaste? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

Actividad física.

Fecha: / /2010

Anexo III

Nombre: \_\_\_\_\_ No. de individuo \_\_\_\_\_

### **CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA**

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los **últimos 7 días**, Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa.

Por favor piense en las actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades **vigorosas** y **moderadas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **vigorosas** son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal.

#### ***PARTE 1: ACTIVIDAD FÍSICA RELACIONADA CON EL TRABAJO***

La primera sección es relacionada con su trabajo. Esto incluye trabajos con salario, agrícola, trabajo voluntario, clases, y cualquier otra clase de trabajo sin pago que usted hizo fuera de su casa. No incluya los trabajos que usted hizo en su casa, tal como limpiar la casa, trabajo en el jardín, mantenimiento general, y el cuidado de su familia. Estas actividades serán preguntadas en la parte 3.

1. ¿Tiene usted actualmente un trabajo, va a la escuela o hace algún trabajo sin pago fuera de su casa?

( ) Sí

( ) No → ***Pase a la PARTE 2: TRANSPORTE***

Las siguientes preguntas se refieren a todas las actividades físicas que usted hizo en los **últimos 7 días** como parte de su trabajo con o sin pago. Esto no incluye ir y venir del trabajo.

2. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas **vigorosas** como levantar objetos pesados, excavar, construcción pesada, o subir escaleras **como parte de su trabajo**? Piense solamente en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

\_\_\_\_\_ **días por semana**

( ) Ninguna actividad física vigorosa relacionada con el trabajo → ***Pase a la pregunta 4***

( ) No sabe/No está seguro(a)

3. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le toma realizar actividades físicas **vigorosas** en uno de esos días que las realiza como parte de su trabajo?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

( ) No sabe/No está seguro(a)

4. Nuevamente, piense solamente en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas como cargar cosas ligeras como parte de su trabajo**? Por favor no incluya caminar.

( ) No actividad física moderada relacionada con el trabajo → *Pase a la pregunta 6*

5. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le toma realizar actividades físicas **moderadas** en uno de esos días que las realiza como parte de su trabajo?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

( ) No sabe/No está seguro(a)

6. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días **caminó** usted por lo menos 10 minutos continuos **como parte de su trabajo**? Por favor no incluya ninguna caminata que usted hizo para desplazarse de o a su trabajo.

\_\_\_\_\_ **días por semana**

( ) Ninguna caminata relacionada con trabajo → *Pase a la PARTE 2: TRANSPORTE*

7. ¿Cuánto tiempo en total pasó generalmente **caminado** en uno de esos días como parte de su trabajo?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

( ) No sabe/No está seguro(a)

## **PARTE 2: ACTIVIDAD FÍSICA RELACIONADA CON TRANSPORTE**

Estas preguntas se refieren a la forma como usted se desplazó de un lugar a otro, incluyendo lugares como el trabajo, las tiendas, el cine, entre otros.

8. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días **viajó usted en un vehículo de motor** como un tren, bus, automóvil, o tranvía?

\_\_\_\_\_ **días por semana**

( ) No viajó en vehículo de motor → *Pase a la pregunta 10*

9. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **viajando** en un tren, bus, automóvil, tranvía u otra clase de vehículo de motor?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

( ) No sabe/No está seguro(a)

Ahora piense únicamente acerca de **montar en bicicleta** o **caminatas** que usted hizo para desplazarse al trabajo, o haciendo mandados, o para ir de un lugar a otro.

10. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días **montó usted en bicicleta** por al menos 10 minutos continuos para **ir de un lugar a otro**?

\_\_\_\_\_ **días por semana**

( ) No montó en bicicleta de un sitio a otro → *Pase a la pregunta 12*

11. Usualmente, ¿Cuánto tiempo usó usted en uno de esos días **montando en bicicleta** de un lugar a otro?

\_\_\_\_\_ minutos por día

( ) No sabe/No está seguro(a)

12. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos para ir de un sitio a otro?

\_\_\_\_\_ días por semana

( ) No hago caminatas de un sitio a otro → *Pase a la PARTE 3: TRABAJO DE LA CASA, MANTENIMIENTO DE LA CASA, Y CUIDADO DE LA FAMILIA*

13. Usualmente, ¿Cuánto tiempo usó usted en uno de esos días **caminando** de un sitio a otro?

\_\_\_\_\_ horas por día

\_\_\_\_\_ minutos por día

( ) No sabe/No está seguro(a)

### ***PARTE 3: TRABAJO DE LA CASA, MANTENIMIENTO DE LA CASA, Y CUIDADO DE LA FAMILIA***

Esta sección se refiere a algunas actividades físicas que usted hizo en los **últimos 7 días** en y alrededor de su casa, tal como arreglar la casa, jardinería, trabajo en el césped, trabajo general de mantenimiento, y el cuidado de su familia.

14. Piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **vigorosas** tal como levantar objetos pesados, cortar madera, palear nieve, o excavar **en el jardín o patio**?

\_\_\_\_\_ días por semana

( ) Ninguna actividad física vigorosa en el jardín o patio → *Pase a la pregunta 16*

15. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **vigorosas** en el jardín o patio?

\_\_\_\_\_ horas por día

\_\_\_\_\_ minutos por día

( ) No sabe/No está seguro(a)

16. Nuevamente, piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como cargar objetos livianos, barrer, lavar ventanas, y rastrillar **en el jardín o patio**?

\_\_\_\_\_ días por semana

( ) Ninguna actividad física moderada en el jardín o patio → *Pase a la pregunta 18*

17. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas** en el jardín o patio?

\_\_\_\_\_ horas por día

\_\_\_\_\_ minutos por día

18. Una vez más, piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como cargar objetos livianos, lavar ventanas, estregar pisos y barrer **dentro de su casa**?

\_\_\_\_\_ **días por semana**

( ) Ninguna actividad física moderada dentro de la casa → *Pase a la PARTE 4:*

**ACTIVIDADES FÍSICAS DE RECREACIÓN, DEPORTE Y TIEMPO LIBRE**

19. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas** dentro de su casa?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

( ) No sabe/No está seguro(a)

**PARTE 4: ACTIVIDADES FÍSICAS DE RECREACIÓN, DEPORTE Y TIEMPO LIBRE**

Esta sección se refiere a todas aquellas actividades físicas que usted hizo en los **últimos 7 días** únicamente por recreación, deporte, ejercicio o placer. Por favor no incluya ninguna de las actividades que ya haya mencionado.

20. Sin contar cualquier caminata que ya haya usted mencionado, durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días **caminó** usted por lo menos 10 minutos continuos **en su tiempo libre**?

\_\_\_\_\_ **días por semana**

( ) Ninguna caminata en tiempo libre → *Pase a la pregunta 22*

21. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **caminando** en su tiempo libre?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

( ) No sabe/No está seguro(a)

22. Piense únicamente en las actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **vigorosas**, como aeróbicos, correr, pedalear rápido en bicicleta, o nadar rápido en su **tiempo libre**?

\_\_\_\_\_ **días por semana**

( ) Ninguna actividad física vigorosa en tiempo libre *Pase a la pregunta 24*

23. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **vigorosas** en su tiempo libre?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

( ) No sabe/No está seguro(a)

24. Nuevamente, piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas**

tal como pedalear en bicicleta a paso regular, nadar a paso regular, jugar dobles de tenis, **en su tiempo libre?**

\_\_\_\_\_ **días por semana**

( ) Ninguna actividad física moderada en tiempo libre

**Pase a la PARTE 5: TIEMPO DEDICADO A ESTAR SENTADO(A)**

**25.** Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas** en su tiempo libre?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

( ) No sabe/No está seguro(a)

**PARTE 5: TIEMPO DEDICADO A ESTAR SENTADO(A)**

Las últimas preguntas se refieren al tiempo que usted permanece sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto incluye tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando televisión. No incluya el tiempo que permanece sentado(a) en un vehículo de motor que ya haya mencionado anteriormente.

**26.** Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuánto tiempo permaneció **sentado(a)** en un **día en la semana?**

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

( ) No sabe/No está seguro(a)

**27.** Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuánto tiempo permaneció **sentado(a)** en un **día del fin de semana?**

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

( ) No sabe/No está seguro(a)

**Preguntas agregadas de tipo anual** Durante el último año has realizado las siguientes actividades:

1. Caminar de una comunidad a otra si\_\_ no\_\_ De donde a donde? \_\_\_\_\_  
Km. aprox. \_\_\_\_\_ Cuántas veces? \_\_\_\_\_.

2. En este último año has trabajado en el campo (milpa, recogiendo manzanas chiles etc.) si\_\_ no\_\_, en que meses \_\_\_\_\_ cuántas semanas? \_\_\_\_\_ y cuantas horas al día \_\_\_\_\_, recibes un pago "\$" Si ( ) no( ) ó ayudando a tus familiares y amigos( ).

3. En semana santa y otras fechas participas en actividades donde hay que bailar si\_\_ no\_\_, cuantas veces \_\_\_\_\_ por cuanto tiempo? \_\_\_\_\_

Genealogía:

**Cédula antropométrica**

Fecha: / /2010

Anexo IV

Nombre: \_\_\_\_\_ No. de individuo \_\_\_\_\_ Banco. 40cm.

Hora: \_\_\_\_:\_\_\_\_ Estadío de Tanner: \_\_\_\_\_ Voz: infantil ( ) adulto ( ) Frecuencia cardiaca R\* \_\_\_\_\_ /min.

Presión sanguínea R\* \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Vello axilar: Si ( ) No ( ). Tipo \_\_\_\_\_ Vello facial: Si ( ) No ( )

1.	<b>Peso</b>	_____ <b>Kg.</b>	_____ <b>Kg.</b>	_____
2.	<b>Estatura total</b>	_____	_____	_____
3.	<b>Talla sentado</b>	_____	_____	_____
4.	<b>Altura trocánterica</b>	_____	_____	_____
5.	<b>Altura tibial lateral</b>	_____	_____	_____
6.	<b>Distancia Biacromial</b>	_____	_____	_____
7.	<b>Distancia Bilio cristal</b>	_____	_____	_____
8.	<b>Distancia Tórax trans.</b>	_____	_____	_____
9.	<b>Longitud del pie</b>	_____	_____	_____
10.	<b>Longitud del brazo (acromion-dactilion)</b>	_____	_____	_____
11.	<b>Distancia Tórax A-P</b>	_____	_____	_____

**Perímetros**

12.	<b>Brazo relajado</b>	_____	_____	_____
13.	<b>Brazo (flexionado y en tensión)</b>	_____	_____	_____
14.	<b>Cintura</b>	_____	_____	_____
15.	<b>Cadera</b>	_____	_____	_____
16.	<b>Muslo medio (trocantereo- tibiale)</b>	_____	_____	_____
17.	<b>Pantorrilla máximo</b>	_____	_____	_____

**Panículos:**

18.	<b>subescapular</b>	_____	_____	_____
19.	<b>Tríceps BI</b>	_____	_____	_____
20.	<b>bíceps</b>	_____	_____	_____
21.	<b>Cresta ilíaca</b>	_____	_____	_____
22.	<b>ilioespinal</b>	_____	_____	_____
23.	<b>abdominal</b>	_____	_____	_____
24.	<b>Muslo frontal</b>	_____	_____	_____
25.	<b>pantorrilla medial</b>	_____	_____	_____
26.	<b>Distancia humeral</b>	_____	_____	_____
27.	<b>Distancia femoral</b>	_____	_____	_____

Comentarios: \_\_\_\_\_

**Vo2 submáx: (Minutos 5-6 para cada velocidad)**

<b>Velocidad (ascensos):</b>	15	27	34
<b>Capacidad aeróbica: L/Kg./min.</b>	I _____ / F _____	I _____ / F _____	I _____ / F _____
<b>Frecuencia cardiaca: bpm(lpm):</b>	_____ / _____	_____ / _____	_____ / _____
<b>Presión sanguínea: .</b>	_____	_____	_____

## Desarrollo y maduración genital (estadios de Tanner).

## Anexo V

<p>ESTADIO G1 (G1-P1)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vello y genitales infantiles.</li></ul>	
<p>ESTADIO G2 (G2-P2)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aumento de los testículos.</li><li>• Vello escaso en la base del pene.</li><li>• Edad G: 11,6 (9,5 - 13,7).</li><li>• Edad P: 13,4 (11,3 - 15,6).</li></ul>	
<p>ESTADIO G3 (G3-P3)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Agrandamiento del pene.</li><li>• Escroto rugoso y pigmentado.</li><li>• Edad G: 12,6 (10,7 - 14,9).</li><li>• Edad P: 13,9 (11,8 - 15,9).</li></ul>	
<p>ESTADIO G4 (G4-P4)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aumento de los testículos y glande.</li><li>• Pigmentación escrotal.</li><li>• Vello de tipo adulto.</li><li>• Edad G: 13,7 (11,7 - 15,8).</li><li>• Edad P: 14,3 (12,2 - 16,5).</li></ul>	
<p>ESTADIO G5 (G5-P5)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Genitales de tipo adulto.</li><li>• Vello adulto, extensión a muslos y línea alba.</li><li>• Vello de tipo adulto.</li><li>• Edad G: 14,9 (12,7 - 17,1).</li><li>• Edad P: 15,1 (13,0 - 17,3).</li></ul>	

