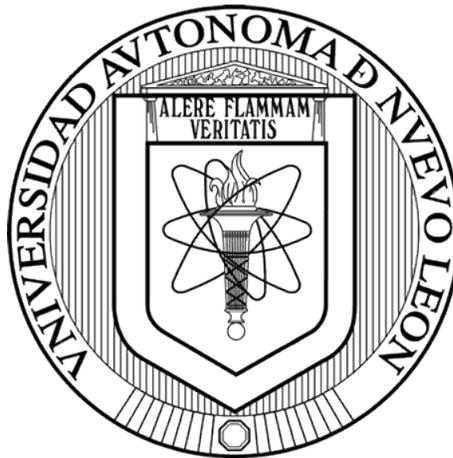


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA**



**TESIS**

**COMPORTAMIENTO EN EL CONTENIDO MINERAL ÓSEO EN  
ATLETAS DE BÉISBOL Y VOLEIBOL**

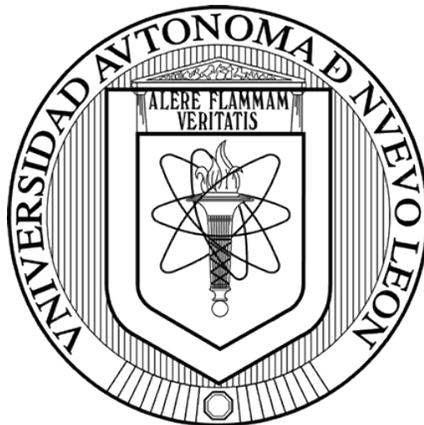
**PRESENTA**

**LUIS ALBERTO DURAZO TERÁN**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA**

**OCTUBRE, 2018**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA**



**TESIS**

**COMPORTAMIENTO EN EL CONTENIDO MINERAL ÓSEO EN  
ATLETAS DE BÉISBOL Y VOLEIBOL**

**PRESENTA**

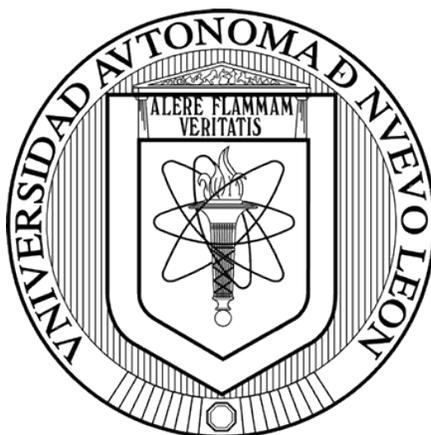
**LUIS ALBERTO DURAZO TERÁN**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA**

**DIRECTOR DE TESIS**

**DR. RICARDO LÓPEZ GARCÍA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA**



**TESIS**

**COMPORTAMIENTO EN EL CONTENIDO MINERAL ÓSEO EN  
ATLETAS DE BÉISBOL Y VOLEIBOL**

**PRESENTA**

**LUIS ALBERTO DURAZO TERÁN**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA**

**CO-DIRECTOR DE TESIS:**

**DRA. ROSA OLIVIA MÉNDEZ ESTRADA**

**Dr. Ricardo López García**, como Director de tesis interno de la Facultad de Organización Deportiva, acredito que el trabajo de tesis doctoral del **Mtro. Luis Alberto Durazo Terán**, titulado “**Comportamiento en el contenido mineral óseo en atletas de béisbol y voleibol**” se ha revisado y concluido satisfactoriamente, bajo los estatutos y lineamientos marcados en la guía de la escritura de tesis de doctorado, propuesta por el comité doctoral de nuestra facultad, recomendando dicha tesis para su defensa con opción al grado de **Doctor en Ciencias de la Cultura Física**.



---

**Dr. Ricardo López García**  
**DIRECTOR DE TESIS**



---

**Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero**  
**Subdirectora del Área de Posgrado**

“Comportamiento en el Contenido Mineral Óseo en Atletas de Béisbol y Voleibol”

Presentado por

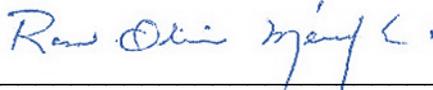
M.C. Luis Alberto Durazo Terán

El presente trabajo fue realizado en la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León y en Nombre de las instituciones adjuntas la Universidad Estatal de Sonora (UES), el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), bajo la dirección del Dr. Ricardo López García y la Dr. Rosa Olivia Méndez Estrada, como requisito para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Cultura Física, programa en conjunto con la Facultad de Ciencias de la Cultura Física de la Universidad Autónoma de Chihuahua.



---

**Dr. Ricardo López García**  
DIRECTOR



---

**Dra. Rosa Olivia Méndez Estrada**  
CO-DIRECTOR



---

**Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero**  
Subdirectora del Área de Posgrado

“Comportamiento en el Contenido Mineral Óseo en Atletas de Béisbol y Voleibol”

Presentado por

M.C. Luis Alberto Durazo Terán

Aprobación de la Tesis por el Jurado de Examen:



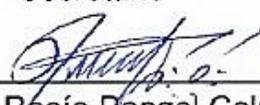
---

Dra. Rosa María Cruz Castruita  
Facultad de Organización Deportiva, UANL  
Presidente



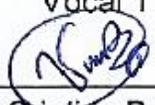
---

Dra. Magdalena Soledad Chavero Torres  
Facultad de Salud Pública y Nutrición, UANL  
Secretario



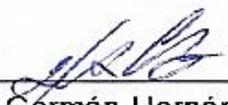
---

Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero  
Facultad de Organización Deportiva, UANL  
Vocal 1



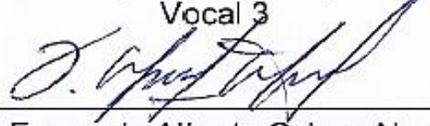
---

Dra. Nancy Cristina Banda Saucedo  
Facultad de Salud Pública y Nutrición, UANL  
Vocal 2



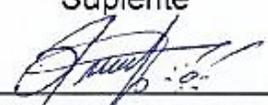
---

Dr. Germán Hernández Cruz  
Facultad de Organización Deportiva, UANL  
Vocal 3



---

Dr. Fernando Alberto Ochoa Ahmed  
Facultad de Organización Deportiva, UANL  
Suplente



---

Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero  
Subdirectora de Estudios de Posgrado

## **Agradecimientos**

El deseo de superación personal ha sido una parte fundamental en mi desarrollo profesional, durante estos tres años que han pasado en el proceso de obtención del grado de Doctor en Ciencias de la Cultura Física (DCCF), han interactuado e influido positivamente un grupo considerable de personas e instituciones que me apoyaron para culminar con este proceso, que sin duda, jamás lo hubiera logrado sin ellos, es impresionante la cantidad de personas e instituciones involucradas durante este proceso doctoral, por lo que con mucha humildad y satisfacción les expreso mis agradecimientos.

A la Universidad Estatal de Sonora (UES), quien me ha formado profesionalmente durante mi licenciatura y maestría, quien me ha dado un empleo y me sigue ofreciendo oportunidades para continuar creciendo, ya que gracias a mi institución y las gestiones realizadas pude estar en el proceso de ingreso al doctorado en ciencias de la cultura física.

Al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP), quien ha financiado a lo largo de estos tres años todo lo necesario para cumplir con este proceso.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y a la Facultad de Organización deportiva (FOD) por sus instalaciones, docentes y por darme la oportunidad de ser su alumno.

Al Centro de Investigación de Alimentación y Desarrollo (CIAD), quien proporcionó el instrumento de medición para que este proyecto de investigación se pudiera llevar a cabo.

A mi director de tesis, Dr. Ricardo López García, por su paciencia y colaboración en la idea y estructura de mi proyecto de investigación. De igual manera por darme la oportunidad de ser su asesorado, ya que sin su aprobación no hubiera podido formar parte de los estudiantes de este programa educativo. Espero haber cubierto sus expectativas como alumno y le agradezco la confianza que me brindó al aceptar ser mi asesor.

A mi co-directora de tesis, Dra. Rosa Olivia Méndez Estrada, por su disponibilidad en todo momento y orientación, enriqueciendo mi documento de tesis con su experiencia, además de facilitarme todo lo relacionado con densitometría ósea y sus resultados.

A mi amigo y compañero, Dr. Luis Enrique Ibarra Morales, quien siempre mostró una gran disposición para ayudarme en cualquier momento necesario y por su gran apoyo con el análisis estadístico en la presente investigación.

A mi comité, Dr. Germán Hernández Cruz, Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero, Dra. Rosa María Cruz Castruita, quienes durante seis semestres retroalimentaron mi trabajo de investigación y lo enriquecieron con su experiencia y conocimiento, dándome las recomendaciones y consejos necesarios para su elaboración.

A todo el colectivo docente del DCCF, Dr. Armando Cocca, Dra. Michaela Cocca, Dr. Jorge Zamarripa, Dra. Jeanette Magnolia López Walle, Dr. Germán Hernández Cruz, Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero, Dra. Rosa María Cruz Castruita, Dr. Ricardo López García, quienes compartieron su conocimiento y experiencia durante estos tres años, los cuales fueron indudablemente una gran aportación a mi formación profesional.

A mis padres María Esther Terán Dessens y José Juan Durazo Bennett a quienes amo y me enseñaron a ser una persona de bien e inculcaron buenos valores y principios para ser una persona respetuosa y responsable.

A mi esposa Ibeth Jazmín Martínez Gámez por su paciencia durante este proceso doctoral, y a mis hijos, Ethienne Jared Durazo Martínez, Lenin André Durazo Martínez y Jazbeth Mariel Durazo Martínez quienes son mi mayor fortaleza y motivación para salir adelante, a quienes pretendo ser un buen ejemplo como padre y persona.

A los entrenadores de béisbol, Francisco Javier Moreno Urquijo y voleibol, Eli Uzías Escudero Muñiz y a sus jóvenes deportistas, así como a los jóvenes que representaron al grupo control y que en general accedieron a participar en la presente investigación de manera voluntaria y que sin duda fueron una de las partes más importantes de este proyecto de investigación.

En general agradezco a todas las personas involucradas durante este proceso y que tuvieron incidencia con una aportación positiva en mi aprendizaje, formación y motivación.

## Resumen

La masa ósea (MO) alcanza su valor más alto, pico de masa ósea (PMO), entre los 20 y 30 años de edad y resulta de la cantidad de hueso obtenido durante el crecimiento. La adquisición de un valor elevado de PMO durante el crecimiento contribuye a contrarrestar la inevitable pérdida de MO producto del envejecimiento. La actividad que implica levantar peso, además de ejercicios con salto y un consumo adecuado de calcio, son medidas que contribuyen a alcanzar un PMO elevado.

**Objetivo:** evaluar el comportamiento del contenido mineral óseo (CMO) y la Densidad Mineral Ósea (DMO) de las extremidades superiores e inferiores, región lumbar (L1-L4), cuello de fémur y cuerpo completo, al inicio y al final de un macrociclo de entrenamiento de voleibol y béisbol en varones universitarios.

**Materiales y métodos:** se utilizó Densitometría de rayos "X" por energía dual (DEXA) para medir la DMO y el CMO de las extremidades superiores e inferiores, región lumbar (L1-L4), cuello de fémur y cuerpo completo de los participantes en el estudio.

**Resultados:** se observó un aumento significativo del CMO del cuerpo completo en los voleibolistas al igual que un aumento de la DMO en la región lumbar (L1-L4) al final de un macrociclo de entrenamiento; por otra parte, se observó una disminución de la DMO en la pierna izquierda del grupo control. **Discusión:** Los resultados del presente estudio, coinciden con los publicados por otros autores, quienes aseveran que el CMO y la DMO son favorecidas por deportes de alto impacto óseo. **Conclusión:** se puede decir que el deporte de voleibol y las actividades que implican saltos favorecen el aumento del CMO cuerpo completo y la DMO en la región lumbar (L1-L4) durante un macrociclo de entrenamiento de siete meses, la iniciación a temprana edad en deportes como el beisbol, se asocia positivamente con la DMO en etapas universitarias.

**Palabras claves:** masa ósea, contenido mineral óseo, densidad mineral ósea, macrociclo, Absorciometría de rayos X por energía dual, Absorciometría dual de rayos X.

## Abstract

Bone mass (BM) reaches its highest value, peak bone mass (PBM), between 20 and 30 years of age and results from the amount of bone obtained during growth. The acquisition of a high BMP value during growth helps to counteract the inevitable loss of bone mass due to aging. The activity that involves lifting weight, in addition to jumping exercises and an adequate intake of calcium, are measures that contribute to achieving a high PBM. **Objective:** to evaluate the behavior of bone mineral content (BMC) and Bone Mineral Density (BMD) of the upper and lower limbs, lumbar region (L1-L4), neck of the femur and whole body, at the beginning and end of a macrocycle of volleyball and baseball training in college men. **Materials and methods:** Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA) was used to measure BMD and BMC of the upper and lower extremities, lumbar region (L1-L4), and femoral neck and complete body of the participants in the study. **Results:** a significant increase in total body BMD was observed in volleyball players as well as an increase in BMD in the lumbar region (L1-L4) at the end of a training macrocycle. On the other hand, a decrease in BMD was observed in the left leg of the control group. **Discussion:** The results of the present study coincide with those published by other authors, who affirm that BMC and BMD are favored by sports of high bone impact. **Conclusion:** it can be said that the sport of volleyball and the activities that involve jumps favor the increase of the CMO full body and the BMD in the lumbar region (L1-L4) during a training macrocycle of seven months, the initiation at an early age in sports such as baseball, is positively associated with BMD in university stages

**Key words:** Bone mass, bone mineral content, bone mineral density, macrocycle, Dual-energy X-ray absorptiometry

## Tabla de contenido

Introducción.....	1
Capítulo 1. Fundamentos Teóricos .....	8
1.1 La composición del hueso.....	8
1.2 Nutrición para la salud ósea.....	11
1.2.1 Ingesta de calcio.....	11
1.2.2 Ingesta de Proteína.....	15
1.3 Masa Ósea (MO).....	18
1.4 Contenido Mineral Óseo (CMO).....	20
1.5 Densidad Mineral Ósea (DMO).....	22
1.6 Técnica de densitometría de rayos “X” por energía dual .....	25
1.7 Fracturas por estrés .....	26
1.8 El Remodelado Óseo .....	28
1.9 La carga de entrenamiento y su efecto en los huesos .....	29
1.10 Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ).....	39
Capítulo 2. Fundamentos Metodológicos .....	42
2.1 Diseño de la Investigación .....	42
2.2 Población y Muestra.....	43
2.3 Material y métodos.....	44
2.3.1 CMO y DMO mediante el DEXA.....	44
2.3.2 Nivel de Actividad Física.....	47
2.3.3 Estimación de Ingesta nutricional .....	48
2.3.4 Índice de Masa Corporal.....	48
2.3.5 Criterios de Inclusión .....	49
2.3.6 Criterios de Exclusión .....	50
2.3.7 Procedimiento de Estudio .....	50
2.3.8 Procesamiento de los datos.....	51
Capítulo 3. Resultados .....	52
3.1 Datos Generales .....	52

3.1.1 La muestra.....	52
3.2 Mediciones Básicas .....	52
3.2.1 Edad de los participantes.....	52
3.2.2 Peso Corporal de los participantes .....	53
3.2.3 Estatura de los participantes.....	53
3.2.4 Índice de Masa Corporal (IMC).....	53
3.3 Experiencia deportiva y actividad física. ....	55
3.3.1 Iniciación deportiva. ....	55
3.3.2 Años de entrenamiento.....	55
3.3.3 Entrenamiento semanal y nivel de actividad física.....	56
3.4 Ingesta nutricional .....	57
3.4.1 Ingesta de calcio .....	57
3.4.2 Ingesta de proteína.....	58
3.5 Contenido Mineral Óseo .....	60
3.5.1 CMO entre mediciones .....	60
3.5.2 CMO entre extremidades del mismo grupo .....	61
3.6 Densidad Mineral Ósea.....	62
3.6.1 DMO entre mediciones .....	62
3.6.2 DMO entre grupos .....	64
3.6.3 DMO entre extremidades del mismo grupo .....	66
3.7 Correlaciones.....	67
3.7.1 CMO de los Beisbolistas, Medición Inicial .....	67
3.7.2 DMO de los Beisbolistas, Medición Inicial .....	68
3.7.3 CMO de los Beisbolistas, Medición Final.....	68
3.7.4 DMO de los beisbolistas, medición final .....	69
3.7.5 CMO de los voleibolistas, medición inicial .....	70
3.7.6 DMO de los voleibolistas, medición inicial .....	70
3.7.7 CMO de los voleibolistas, medición final.....	71
3.7.8 DMO de los voleibolistas, medición final.....	72
3.7.9 CMO del grupo control, medición inicial.....	72
3.7.10 DMO del grupo control, medición inicial.....	73

3.7.11 CMO del grupo control, medición final .....	74
3.7.12 DMO del grupo control, medición final .....	74
3.7.13 CMO para todos los grupos, medición inicial .....	75
3.7.14 DMO para todos los grupos, medición inicial .....	76
3.7.15 CMO para todos los grupos, medición final .....	76
3.7.16 DMO para todos los grupos, medición final .....	77
Capítulo 4. Discusión .....	78
Conclusión.....	85
Limitaciones .....	87
Próximas líneas de investigación .....	87
Referencias Bibliográficas .....	88
Anexos .....	108
Anexo A: Recordatorio de 24 horas .....	108
Anexo B: Carta de consentimiento Informado.....	109
Anexo C: Exploración uno de cuerpo completo, a través de DEXA .....	110
Anexo E: Exploración tres de cuerpo completo, a través de DEXA .....	112
.....	112
Anexo F: Exploración de la composición corporal, a través de DEXA .....	113
Anexo G: Exploración del CMO y la DMO en columna, a través de DEXA.....	114
Anexo H: Exploración del CMO y la DMO en fémur, a través de DEXA .....	115
Anexo I: Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) .....	116

## Índice de Tablas

Tabla 1. Factores de riesgo de sufrir osteoporosis.....	10
Tabla 2. Clasificación del tipo de actividad, según el tipo de carga mecánica o impacto sobre los huesos.....	37
Tabla 3. Determinación del nivel de actividad física por el IPAQ .....	40
Tabla 4. Población y muestra considerada para la presente investigación. ....	43
Tabla 5. Protocolo de puntuación para el nivel de actividad física .....	47
Tabla 6. Clasificación de la obesidad según la OMS. ....	49
Tabla 7. Comparación de mediciones básicas entre mediciones por grupo. ....	54
Tabla 8. Comparación de mediciones básicas entre grupo para la medición inicial..	54
Tabla 9. Comparación de mediciones básicas entre grupo para la medición final. ...	55
Tabla 10. Comparación entre grupo para los antecedentes de actividad física. ....	55
Tabla 11. Comparación entre mediciones por grupo.....	56
Tabla 12. Comparación entre grupo para el nivel de actividad física y horas de entrenamiento de la medición inicial. ....	57
Tabla 13. Comparación entre grupo para el nivel de actividad física y horas de entrenamiento de la medición final.....	57
Tabla 14. Comparación de ingesta calcio y proteína entre mediciones. ....	58
Tabla 15. Comparación entre grupos para la ingesta calcio y proteína de la medición inicial. ....	59
Tabla 16. Comparación entre grupo para la ingesta nutricional de la medición final.	59
Tabla 17. Comparación del CMO entre mediciones, de los beisbolistas.....	60
Tabla 18. Comparación entre mediciones del CMO para los voleibolistas.....	60
Tabla 19. Comparación entre mediciones del CMO para el grupo control. ....	61
Tabla 20. Comparación del CMO entre extremidades superiores del mismo grupo.	61
Tabla 21. Comparación del CMO entre extremidades inferiores del mismo grupo. ..	62
Tabla 22. Comparación entre mediciones de la DMO para los beisbolistas. ....	63
Tabla 23. Comparación entre mediciones de la DMO para los voleibolistas.....	63
Tabla 24. Comparación entre mediciones de la DMO para el grupo control. ....	64
Tabla 25. Comparación entre grupos de la DMO en medición Inicial.....	65
Tabla 26. Comparación entre grupos de la DMO en la medición final. ....	65

Tabla 27. Comparación de la DMO en extremidades superiores entre el mismo grupo.....	66
Tabla 28. Comparación de la DMO en extremidades inferiores entre el mismo grupo. .....	66
Tabla 29. Correlación de Pearson entre el CMO y variables de ajuste en la medición inicial de los beisbolistas .....	67
Tabla 30. Correlación de Pearson entre la DMO Y variables de ajuste, en la medición inicial de los Beisbolistas.....	68
Tabla 31. Correlación de Pearson entre el CMO y variables de ajuste, en la medición final de los beisbolistas. ....	69
Tabla 32. <i>Correlación de Pearson entre la DMO y variables de ajuste, en la medición final de los beisbolistas.</i> ....	69
Tabla 33. Correlación de Pearson entre el CMO y variables de ajuste, en la medición inicial de los voleibolistas. ....	70
Tabla 34. Correlación de Pearson entre la DMO y variables de ajuste, en la medición inicial de los voleibolistas. ....	71
Tabla 35. Correlación de Pearson entre el CMO y variables de ajuste, en la medición final de los voleibolistas.....	71
Tabla 36. Correlación de Pearson entre la DMO y variables de ajuste, en la medición final de los voleibolistas.....	72
Tabla 37. Correlación de Pearson entre el CMO y variables de ajuste, en la medición inicial del grupo control.....	73
Tabla 38. Correlación de Pearson entre la DMO y variables de ajuste, en la medición inicial del grupo control.....	73
Tabla 39. Correlación de Pearson entre el CMO y variables de ajuste, en la medición final del grupo Control. ....	74
Tabla 40. Correlación de Pearson entre la DMO y variables de ajuste, en la medición final del grupo control. ....	75
Tabla 41. Correlación de Pearson entre el CMO y variables de ajuste, en la medición inicial de todos los grupos. ....	75

Tabla 42. Correlación de Pearson entre la DMO y variables de ajuste, en la medición inicial de todos los grupos. ....	76
Tabla 43. Correlación de Pearson entre el CMO y variables de ajuste, en la medición final de todos los grupos.....	77
Tabla 44. Correlación de Pearson entre la DMO y variables de ajuste, en la medición final de todos los grupos.....	77

## Índice de Figuras

Figura 1. Representación esquemática de una periodización doble. ....	31
Figura 2. Importancia de la geometría del esfuerzo. ....	33
Figura 3. Distintos Tipos de fuerza a los que puede someterse un hueso .....	34
Figura 4. Estructura de las trabéculas de los huesos, ajustadas según la dirección de movimiento .....	36
Figura 5. Plataforma del DEXA para la medición del cuerpo completo. ....	45
Figura 6. Posición del paciente para una exploración de región lumbar. ....	45
Figura 7. Posición del paciente para una exploración de la cadera izquierda .....	46

## Introducción

Los huesos son para el ser humano, la estructura que da forma al cuerpo, debido a su variedad y propiedades mecánicas. Entre sus funciones destacan la protección de órganos internos y la realización de movimientos. El hueso tiene la capacidad de auto repararse y alterar sus propiedades geométricas en función de la actividad que realiza; por ejemplo, la densidad del hueso está en función directa del ejercicio y de ciertas condiciones metabólicas (Simon, 1994).

Los deportistas universitarios que entrenan día a día son sometidos a diferentes cargas físicas de entrenamiento dependiendo de la disciplina deportiva en la que se desempeñen; por lo que las diferencias en las características óseas de los atletas se han investigado en los últimos años (Nikander, Sievänen, Heinonen, Karstila y Kannus, 2008; Rantalainen, Nikander, Daly, Heinonen y Sievänen, 2011; Weidauer, Eilers, Binkley, Vukovich y Specker, 2012).

Existen algunos deportes de fuerza como la halterofilia, donde predominan los ejercicios con pesas y se ejerce una mayor influencia en el organismo al desarrollar el aparato locomotor y la fuerza muscular. Además del trabajo con pesas, en este deporte también se efectúan ejercicios tendientes a desarrollar otras facultades del atleta como la rapidez, la flexibilidad, la agilidad y la resistencia (Luchkin, 1970). Dentro de los beneficios que se obtienen con el trabajo con pesas, se menciona que un grupo de participantes varoniles, que asistieron a un mundial juvenil de halterofilia ( $n = 59$ ), de entre 15 y 20 años de edad, presentaron valores de Contenido Mineral Óseo (CMO) mayor a la de un grupo control de la misma edad, y al parecer, este aumento está relacionado con el peso corporal y la marca realizada (Virvidakis, Georgiou, Korkotsidis, Ntalles, y Proukakis 1990). De igual manera, se ha reportado que el entrenamiento con pesas tiene el potencial de influir, de forma segura, en la salud ósea en los niños y adolescentes siempre y cuando se trabaje con un entrenamiento acorde a su edad (Faigenbaum et al., 2009). Al respecto, otros estudios señalan que la halterofilia, al

considerarse un deporte estático, tiene un bajo efecto sobre el tejido óseo (Lafforgue, 2013 a).

Por otra parte, el voleibol es un deporte reconocido como exitoso, popular, competitivo y recreativo en el mundo, según lo menciona la Federación Internacional de Voleibol (FIVB). Además, se considera un deporte rápido y de acción explosiva que comprende varios elementos cruciales superpuestos cuyas interacciones complementarias lo hacen único entre los juegos de conjunto. En el voleibol predomina el salto y la acción explosiva (FIVB, 2015), por lo que pudiera ser visto como un deporte que impacta positivamente en la salud ósea, dado que los saltos se asocian con incrementos significativos del tejido óseo. Otros deportes que también tienen un impacto positivo sobre el hueso son la gimnasia y la carreras (Lafforgue, 2013 a).

El béisbol, ha sido y es un pasatiempo nacional en algunos países latinoamericanos, incluso más que en los Estados Unidos (Cockcroft, 1999), pero a diferencia de los deportes anteriormente mencionados tiene una demanda muy limitada en relación al trabajo de resistencia. Por ello, se recomienda realizar carrera de 5 kilómetros (km) tres veces a la semana a un ritmo moderado como parte de su preparación y suplir con ella la falta de fatiga (Kenney, Wilmore, y Costill, 2012) de este deporte. Entre los efectos favorables de este deporte, se ha reportado el ejercido en los huesos del segmento utilizado, llegándose a encontrar entre un 2 y un 15% más de CMO en comparación al segmento que no se utiliza en esta actividad (Ferretti, 2004).

En general, son varios los estudios que muestran los beneficios que conllevan las actividades deportivas e incluyen un efecto positivo sobre la salud ósea. Durante la infancia, la adolescencia y la edad adulta, la carga al esqueleto es uno de los factores determinantes de una estructura ósea fuerte (Tenforde, Sainani, Sayres, Milgrom, y Fredericson, 2015).

Por lo tanto, los programas de prevención primaria de lesiones de fracturas por estrés; así como el aseguramiento de una huesos fuertes a lo largo de la vida

requieren de investigaciones que determinen el tiempo, la frecuencia y las actividades que impactan positivamente la MO (Bielemann, Martinez, y Petrucci , 2013), por lo que el presente estudio de investigación está enfocado al comportamiento del CMO y la DMO, según el tipo de impacto que ejercen sobre los huesos los deportes de voleibol y béisbol varonil en los jóvenes universitarios pertenecientes a la Universidad Estatal de Sonora (UES).

A manera de justificación para la elaboración del presente estudio de investigación, se hace mención que el ejercicio físico tiene influencia en la DMO, esto es importante ya que, si se le proporciona un estímulo adecuado a los huesos, se pueden lograr grandes mejoras en los parámetros óseos (Cervinka, Rittwager, Hyttinen, Felsenberg, y Sievänen, 2011).

En deportes de alto impacto sobre los huesos, como los es el voleibol y carrera con vallas se ha demostrado mayor CMO en la tibia entre 19% y 25% en comparación con los deportes de bajo impacto como la natación. En otros deportistas como los esquiadores alpinos masculinos (alto impacto) y futbolistas (mediano impacto) se observaron parámetros óseos más altos que en los nadadores (Schipilow, Macdonald, Liphardt, Kan, y Boyd, 2013).

Considerando lo anterior, se puede apreciar el efecto de los diferentes tipos de ejercicios sobre los huesos, específicamente sobre la DMO (Nikander, Sievänen, Uusi-Rasi, Heinonen, y Kannus, 2006). La presente investigación considera la importancia del efecto que causan diferentes tipos de actividad deportiva sobre la estructura ósea, sobre todo aquellas actividades que favorecen la DMO y otros parámetros asociados con un riesgo menor de fracturas osteoporóticas más adelante en la vida (Heaney et al., 2000; Riggs y Melton III, 1992).

Las actividades que implican saltos, como la gimnasia, ejercicios polimétricos y carrera, se consideran de alto impacto dado que se asocian con incrementos considerables en el tejido óseo; la halterofilia, al ser un deporte

estático, se considera de impacto medio, mientras que la natación y el ciclismo se señalan actividades de bajo impacto ya que tienen un efecto mínimo sobre los huesos (Lafforgue, 2013 a). En el caso de los deportes de bajo impacto se recomienda que se complementen con ejercicios de carga y de impacto si se desea un efecto favorable sobre la salud ósea (Carmont, 2012).

Adam, Tenforde y Fredericson (2011), mencionaron que al realizar una revisión de la literatura que evalúa la participación deportiva en atletas jóvenes de 10 a 30 años, reveló que los deportes que implican cargas de alto impacto (por ejemplo, gimnasia, vallas, judo, karate, voleibol y otros deportes de salto) o carga de doble impacto (odd-Impact), por ejemplo, fútbol, basquetbol, juegos de raqueta, aeróbicos escalonados y patinaje de velocidad, están asociados con una mayor composición mineral ósea, DMO y una mejor geometría ósea en regiones anatómicas específicas de los patrones de carga de cada deporte.

En la presente investigación se pretende evaluar los cambios en el CMO y en DMO de jóvenes universitarios del sexo varonil que practiquen voleibol y béisbol, ya que, según la fundación internacional de osteoporosis, también conocida por sus siglas en inglés como *International Osteoporosis Foundation* (IOF) y otros autores, mencionan que dentro de las problemáticas en salud ósea, se encuentran las fracturas por estrés en los deportistas jóvenes y la osteoporosis en edades más avanzadas (IOF, 2012; Weidauer et al., 2014).

Como parte del planteamiento del problema, se sabe que las lesiones por sobrecarga o por exceso de ejercicio se encuentran implícitas en cualquier tipo de actividad deportiva y se presentan cuando la persona entrena con cargas más altas de las que puede tolerar. Cabe señalar que las lesiones se pueden presentar, aun teniendo una planificación ordenada y adecuada para el deportista, afectando no solo a los tejidos blandos como los músculos, sino también al tejido óseo (Vergara y Azar, 2014).

Dado lo anterior, las fracturas por estrés se consideran resultado de lesiones óseas por exceso de trabajo, lo que causa una mayor resorción ósea respecto a su formación, por lo que se verá imposibilitada la reparación de dichas microlesiones, lo cual indica que si los deportistas presentan una pérdida en sus valores óseos a lo largo de una temporada de entrenamiento puede resultar en un mayor riesgo de fractura por estrés (Weidauer et al., 2014).

Por lo tanto, las microlesiones por estrés en el hueso actúan como un estímulo que conlleva al remodelado óseo. En los atletas que participan en deportes de cargas con pesas, se pueden presentar lesiones que podrían llevar a tasas más altas de remodelación ósea, con una incompleta mineralización del hueso. Esa posibilidad explicaría los valores bajos de masa ósea entre atletas que participan en deportes de cargas con pesas (Rantalainen, Nikander, Daly, Heinonen, y Sievänen 2011).

Weidauer, Eilers, Binkley, Vukovich y Specker (2012) reportaron valores más altos de DMO en personas sedentarias que en atletas, lo que sugiere una disminución en el remodelado óseo, el cual es inducido por el ejercicio físico, lo que resultaría en un aumento en la DMO. Al respecto, se considera que el efecto positivo del ejercicio sobre los huesos se observa dentro de ciertos límites, debido a que si se sobrepasa la capacidad de resistencia del hueso, se producirán fracturas, acción que sucede con cualquier material rígido (Lafforgue, 2013 a).

La cantidad de actividad física está relacionada con los valores óseos del cuerpo (Lorentzon, Mellström, y Ohlsson, 2005), sin dejar de mencionar que los niveles de DMO y de CMO son indicadores de la resistencia del hueso y se correlacionan con el riesgo de fractura (Christoffersen et al., 2015). La ingesta nutricional también es un factor importante para mantener una buena DMO, Nyisztor, Carías y Velazco (2014) reportan una asociación positiva entre la DMO y la ingesta de calcio en hombres jóvenes, por lo que este mismo autor, recomienda evaluar los factores de riesgo asociados al estilo de vida.

Calbet, Díaz, y Rodríguez (1999) reportan valores significativamente mas altos de DMO en columna lumbar, cuello de fémur, triangulo de ward's, region trocanter e intertrocanter, en hombres universitarios voleibolistas comparados con un grupo control, quienes a su vez presentaron una ingesta de calcio de 19.5 ( $\pm$  3.5) mg / kg por días. Basabe et al. (2004) tambien reporta una correlacion positiva entre el consumo de calcio y la DMO en el cuello de fémur y trocante mayor en mujeres jovenes con una ingesta de calcio de 802.1 ( $\pm$  258.7) mg / día, no obstante tambien menciona que las mujeres que reportaron un consumo de calcio superior a lo 1000 mg/día, tuvieron mayor DMO en la cadera respecto a aquellas con una ingesta inferior de calcio; este mismo autor menciona que un consumo superior a dos raciones de leche diaria resultó óptimo para la adquisicion de una adecuada masa ósea en diferentes zonas de la cadera.

Oria (2003), recomienda realizar una cantidad razonable de actividad física y una exposicion minima a la luz solar, acompañado de un alto consumo de calcio procedente de productos lacteos y en caso de que este consumo sea pequeño, la suplementacion farmacologica de calcio estaría justificada en edades juveniles y en la perimenopausia, asi como en personas enclaustradas o institucionalizadas, en las que se recomienda añadir suplementos de vitamina D, esto contemplando tambien evitar el tabaquismo, abuso de alcohol, perdidas intensas de peso, dietas muy hipocalóricas, el sedentarismo y ejercicio excesivo como medidas preventivas de la osteoporosis. Suárez et al. (2011) menciona que una adecuada ingesta de calcio y actividad fisica se asocian con una mejor DMO, por lo recomienda adecuar los hábitos dietéticos y la actividad fisica en edad escolar como prevención primaria de la osteoporosis en edad adulta.

Dicho lo anterior, se formula la siguiente pregunta de investigación científica: ¿Cómo se comporta el CMO y la DMO de los jóvenes universitarios varoniles durante un macrociclo de entrenamiento, considerando el impacto óseo de los deportes de voleibol y béisbol?

Como objetivo general del estudio se evaluó el comportamiento del CMO y DMO de las extremidades superiores e inferiores, así como de la región lumbar, considerando las vértebras L1, L2, L3 y L4 (L1-L4), cuello de fémur y cuerpo completo, al inicio y al final de un macrociclo de entrenamiento de voleibol y béisbol varonil universitario.

Como objetivo específico se analizó la asociación entre el CMO y la DMO con el nivel de actividad física, iniciación deportiva, años de práctica deportiva, horas de entrenamiento, consumo de calcio y de proteína, índice de masa corporal y las medidas antropométricas de la estatura y peso corporal, como variables de ajuste.

Como hipótesis se consideró que los atletas universitarios de voleibol tendrían un aumento significativo en el CMO de las extremidades superiores e inferiores, así como de la región lumbar, cuello de fémur y cuerpo completo, a diferencia de los jugadores de béisbol al final de un macrociclo de entrenamiento.

## Capítulo 1. Fundamentos Teóricos

### 1.1 La composición del hueso

El esqueleto humano está constituido por 206 huesos, los cuales se distinguen morfológicamente por dos formas: hueso cortical o compacto (85%) y hueso trabecular o esponjoso (15%). El hueso cortical o compacto se observa como una masa sólida y se encuentra presente en los huesos largos, mientras que el hueso trabecular o esponjoso se dispone formando trabéculas, creando cavidades ocupadas por la médula ósea amarilla (conformada por grasa) o médula roja, lugar donde se producen los precursores de células sanguíneas (Ávila y Agustín, 2013; Barba, 2011; Cortina y Calderón, 2004).

Otra característica del hueso es que es un tejido vivo con varias funciones, entre ellas, dar el apoyo estructural, lo cual brinda rigidez y da forma al cuerpo, dado que este órgano funciona como anclaje muscular para la locomoción; ligado a otras funciones como la protección de los órganos internos y tejidos blandos como el cerebro, pulmones y corazón; sin dejar de mencionar que éste se considera como un reservorio de iones para el organismo, principalmente calcio y fósforo, los cuales también participan en la contracción muscular, transmisión nerviosa y coagulación sanguínea. Otra característica del hueso es que debe ser flexible y ligero, esto con la finalidad de soportar deformaciones sin romperse y proporcionarle al cuerpo la facultad de poder realizar movimientos (Calleja, Varo, y Pascual, 2014; Grynspan, 1997; Michael, Holick, y Ph, 2007; Rozas, Reyes, y García, 2014)

La Sociedad Española de Reumatología (SER) y otros autores, mencionan que el hueso está constituido por una matriz conformada por dos componentes químicos principales, que son la matriz orgánica y las sales minerales, que proporcionan al hueso ciertas propiedades biomecánicas responsables de la flexibilidad y resistencia de la tracción del hueso. La matriz ósea está construida por una red de fibras de colágeno tipo I, las cuales constituyen el 95% del

colágeno total en el hueso y cerca del 90% de las proteínas en este mismo, el 10% restante corresponden a proteínas no colágenas. Otra propiedad del hueso es su dureza, rigidez y resistencia a la compresión, la cual está determinada por la cantidad de los componentes minerales tales como el fosfato y el calcio en forma de cristales de hidroxapatita, los cuales constituyen del 50 al 70% del hueso. El agua está presente entre el 5 y el 10% de la estructura ósea (SER, 2009; Viguier-Carrin, Garnero, y Delmás, 2006; Witwicka, Hwang, y Odgren, 2014).

Por lo tanto, y de manera general, la resistencia a la deformación y la rigidez lo aportan la parte inorgánica mineral, mientras que la resistencia a la fractura la aporta la parte orgánica (Nyman et al., 2006). Para poder mantener estas propiedades, el hueso debe mantener su calidad, por lo que se debe considerar su grado de mineralización, al igual que la micro arquitectura y la capacidad de restaurar lesiones (Lafita , 2003). El presente estudio de investigación está enfocado principalmente a la estructura mineral del hueso.

Una de las enfermedades más comunes que sufren los huesos y a su vez se relacionan con la estructura mineral del hueso, es la osteoporosis, la cual es definida por la Fundación Internacional de Osteoporosis (IOF, 2012), como una enfermedad de los huesos que reduce la calidad y DMO, aumentando considerablemente el riesgo de sufrir fracturas sobre todo en columna vertebral, muñeca, cadera, pelvis y húmero.

Otra definición de osteoporosis dada por el Instituto Nacional de Salud Americana (NIH, 2014), la describe como una disminución en la MO, lo cual hace más susceptibles a los huesos de sufrir fracturas en los huesos de la cadera, columna y muñeca. Considerando estas definiciones, se puede apreciar que tanto la MO como la DMO son componentes que definen la fortaleza del hueso.

Otro elemento importante que define la calidad del hueso es la microarquitectura ósea (Del Pino Montes, 2010) la cual puede ser afectada con la pérdida de MO ya que al disminuir el espesor y número de trabéculas, aumenta la

fragilidad del hueso (Brandi, 2009), sin embargo, este aspecto no está contemplado como una variable específica en la presente investigación.

No obstante, sería importante considerar, algunos factores que influyen en la salud de los huesos a lo largo de la vida de una persona, también conocidos como factores de riesgo, los cuales son mostrados en la tabla 1, estos se clasifican de la siguiente manera: modificables, identificados como aquellos que puede controlar un individuo de manera directa y los no modificables o fijos, nombrados así ya que no se pueden cambiar o modificar (Del Pino Montes, 2010; IOF, 2007). Estos aspectos se pueden tomar en cuenta si se desea mantener una buena salud ósea, buscando así favorecer de manera positiva aquellos referentes relacionados con la resistencia del hueso, como lo es, el grado de mineralización ósea (Lafita, 2003) tales como el CMO y la DMO.

Tabla 1

*Factores de riesgo de sufrir osteoporosis*

<b>Modificables</b>	<b>No Modificables</b>
Consumo de alcohol	Edad
Tabaquismo	Sexo (más común en la mujer)
Bajo Índice de Masa Corporal	Antecedentes familiares (genética)
Mala alimentación	Fracturas previas
Trastornos alimenticios	Raza/etnia (es más propenso en la raza Caucásica)
Escasa actividad física o ejercicio	Menopausia/histerectomía
Baja ingesta de calcio en la dieta	Tratamientos prolongados con glucocorticoides
Deficiencia de vitamina “D”	Hipogonadismo primario/secundario en hombres
Caídas frecuentes	

*Nota:* Adaptado de “Osteoporosis: Concepto e importancia. Cuadro clínico”, por Del Pino Montes, J., 2010, Osteoporosis Metabolismo Mineral, 2 (4).

## **1.2 Nutrición para la salud ósea**

### **1.2.1 Ingesta de calcio.**

La alimentación de los seres humanos comprende tanto el consumo de macronutrientes (hidratos de carbono, lípidos y proteínas), como el de micronutrientes (vitaminas y minerales); estos dos grupos aportan al organismo humano todo lo que necesita para una buena salud, así como para su crecimiento y desarrollo (Peniche y Boullosa, 2011).

El organismo humano varía considerablemente en su capacidad para absorber y utilizar los minerales contenidos en los alimentos, ya que existen varios factores que afectan su biodisponibilidad; por ejemplo las espinacas contienen una gran cantidad de calcio y solo alrededor del 5% puede absorberse y lo mismo sucede en cierta forma con el hierro, donde el intestino absorbe de manera eficiente entre el 5 y el 10% (Peniche y Boullosa, 2011).

El calcio (Ca) se puede encontrar en la leche y productos lácteos, yema de huevo, leguminosas, algunas verduras y tortillas nixtamalizadas por mencionar algunos de los alimentos ricos en este mineral. Dentro de las funciones del Ca se encuentra la formación de huesos y dientes, y dada su formación iónica este también actúa como cofactor de algunas enzimas, este también interviene como agente electroquímico que contribuye a la activación, permeabilidad y estabilidad de las membranas celulares. El Ca también actúa como el segundo mensajero en señales de transducción, por lo tanto, asegura las funciones de excitación y contracción del corazón, contracción muscular, coagulación sanguínea, transmisión nerviosa, acciones de ciertas hormonas y neurotransmisores (Peniche y Boullosa, 2011).

La salud de los huesos, incluye una dieta variada y rica en nutrientes, asegurando una adecuada ingesta de Ca y vitamina D, considerando a la par otros minerales como el potasio, magnesio, minerales y vitamina B, K y C, que también son importantes para la salud ósea. Las frutas y las verduras son excelentes

fuentes de muchos de estos nutrientes y también pueden proporcionar otros compuestos antioxidantes potencialmente beneficiosos, además, estas pueden reducir la excreción urinaria de calcio, por lo que pueden proporcionar cierto beneficio esquelético (Nieves, 2013). Por lo tanto, la ingesta de Ca es crucial para una buena salud ósea, ya que si no se consume una cantidad suficiente, el organismo obtendrá este mineral de otras fuentes de almacenamiento en el organismo, en especial de los huesos (Kenney, Wilmore, y Costill, 2012).

Por lo anterior, se puede decir que se necesita un consumo adecuado de calcio durante toda la vida para lograr una pico de masa ósea máxima y prevenir la pérdida ósea en edades más avanzadas, por lo que una fuente preferida para mantener el equilibrio de calcio, son los alimentos con alto contenido de este mineral, considerando que estos también proporcionan otros nutrientes esenciales para la salud ósea; no obstante, aquellos individuos con deficiencias en la alimentación, pueden suplementarse con calcio en dosis de 1.000 a 1.200 mg/día (Nieves, 2013).

Los hábitos alimentarios de los deportistas pueden variar significativamente, sobre todo cuando se comparan entre las distintas disciplinas deportivas, sin embargo no todos los estudios han llegado a las mismas conclusiones. En algunas disciplinas como el fútbol y los deportes de fuerza, los deportistas reportan una alimentación adecuada, mientras que otras disciplinas como la danza, el baloncesto, el físico culturismo, la gimnasia, el esquí, la natación, el triatlón y la lucha, presentan una inadecuada dieta en relación al consumo de nutrientes. Estas deficiencias nutricionales fueron determinadas en deportistas pertenecientes a categorías que van desde al ámbito universitario al olímpico, siendo las mujeres las de mayor deficiencia en comparación con los hombres, donde el calcio fue uno de los que presentaba una deficiencia de ingesta más significativa, junto con otros nutrientes como las proteínas y algunas vitaminas del grupo "B" (Williams, 2002), por tal razón, el presente estudio considerará la ingesta de calcio en los jóvenes universitarios de béisbol, voleibol y grupo control.

Por otra parte, se sabe que es importante fomentar la alta ingesta de calcio en combinación con la actividad física, sobre todo en edades pre-púberes cuando se busca un aumento en la masa ósea máxima (Behringer, Gruetzner, McCourt, y Mester, 2014). Se menciona que los atletas presentan una mayor Masa Ósea (MO), por lo tanto si se considera la ingesta de calcio como una medida preventiva contra la osteoporosis se recomienda una ingesta de 1.000 mg/día para el hombre y mujer adulto, 1.200 mg/día para el adolescente y 1.500 mg/día para la mujer posmenopáusica, esto según las declaraciones ofrecidas en la conferencia sobre osteoporosis del Instituto Nacional de Salud de los estados Unidos (Grynspan, 1997).

Según la Consejo Nacional de Salud e Investigación Médica, también conocido por sus siglas en inglés como NHMRC (*National Health and Medical Research Council*) en el año 2006, hacen recomendación de las necesidades de calcio para atletas masculinos y femeninos, donde en niños y niñas se recomiendan 1.000 mg/día, niños y niñas en crecimiento (adolescentes) se recomienda una ingesta diaria de 1.300 mg/día, en hombres adultos se recomienda 1.000 mg/día, en mujer adulta durante los años en que tiene periodos de menstruación recomienda 1.000 mg/día, mujer adulta que ya no menstrua y es postmenopáusica se recomienda 1.300 mg/día, mujeres embarazadas deben consumir 1.000 mg/día y mujeres en periodo de lactancia se recomienda una ingesta de calcio de 1.000 mg/día (Burke y Cox, 2010).

Un método utilizado para determinar la ingesta de calcio es el recordatorio de 24 horas (R24H; Vargas, Becerra, y Prieto, 2010), dicha técnica se basa en la recolección de datos de ingesta reciente de alimentos, útil en estudios descriptivos. Una de las características que destaca en esta técnica, es el uso de modelos visuales de alimentos o atlas fotográficos a fin de minimizar y controlar las posibles fuentes de sesgo, que a su vez se relacionan con la descripción detallada de los alimentos y bebidas, así como la estimación de los tamaños y porciones de los alimentos consumidos (Ferrari, 2013). Dado a las características

de este instrumento de medición, se ha considerado para la estimación de la ingesta de calcio en la presente investigación.

Como antecedente en el uso de este instrumento (R24H), se sabe que un estudio con jóvenes pertenecientes a la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá ( $n = 1,865$ ), edades de entre 18 y 25 años, en el cual participaron tanto hombres ( $n = 964$ ) como mujeres ( $n = 901$ ). Se pudo observar que hubo una cantidad mayor de mujeres (71.1%) que de hombres (64.4%) con ingesta baja y muy baja de calcio; por lo que se llegó a la conclusión de que un porcentaje importante de estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia se encuentran en inseguridad alimentaria en términos de disponibilidad de nutrientes (Vargas, Becerra, y Prieto, 2010).

En otro estudio realizado con jóvenes universitarios ( $N = 500$ ), de entre 19 y 24 años de edad, en el cual participaron hombres ( $n = 120$ ) y mujeres ( $n = 380$ ) se utilizó el recordatorio de 24 horas. Se pudo observar que ni los hombres ( $637.1 \pm 39.0$ ) ni las mujeres ( $560.2 \pm 19.2$ ) cumplieron con la ingesta de Ca diaria recomendada, por lo que este autor concluyó que el consumo de leche y derivados es inadecuado, por lo tanto, la población universitaria debe contemplar la necesidad de una divulgación masiva acerca de la importancia nutricional de la ingesta de leche y derivados que podrían contribuir sensiblemente al aporte dietético de calcio necesario para la adquisición de un pico de MO adecuado (Durá, 2008).

Fortaleciendo los antecedentes mencionados, se observó que otro estudio con jóvenes universitarios de la universidad de Valencia ( $N = 1,299$ ) conformado por hombres ( $n = 420$ ) y mujeres ( $n = 879$ ) deportistas y sedentarios, con una edad promedio de 21 ( $\pm 1.9$ ) años, una ingesta de calcio promedio de 1,083.4 ( $\pm 465.8$ ) mg/día para los deportistas varones ( $n = 310$ ) y una ingesta de 852.3 ( $\pm 220.1$ ) para los sedentarios ( $n = 110$ ), sin embargo, estos resultados consideran que la ingesta de calcio es deficiente en ambos grupos evaluados (Leonardo, Sospedra, Sanchis, Mañes, y Soriano 2012).

Dado lo anterior, se puede apreciar el déficit de ingesta de calcio en jóvenes universitarios, considerando que los hábitos de vida y de consumo de alimentos se establecen desde edades muy tempranas, estos se fortalecen aún más en la adolescencia y la juventud. La dieta de los jóvenes universitarios representa un reto para estos mismos, ya que suele suponer cambios importantes en su estilo de vida, considerando factores que influyen en esta etapa, tales como aspectos emocionales, fisiológicos, económicos, culturales y de preferencia de alimentos que establecen un nuevo patrón de alimentación, el cual en muchos casos es se mantiene a lo largo de su vida (Astiazaran et al., 2007; Montero, Úbeda, y García, 2006).

Entre los hábitos de vida saludable, un aspecto que se recomienda cuidar como una medida preventiva para elevar las posibilidades de presentar una DMO mayor, es evitar el tabaquismo, ya que fumar aumenta el riesgo de fractura de cadera hasta 1.5 veces. El tabaquismo aumenta el riesgo de sufrir fracturas por osteoporosis, además de que los efectos del humo del cigarro sobre los huesos aparecen a una edad temprana. Según la IOF, menciona que estudios realizados en Suecia, observaron que jóvenes del sexo masculino, de entre 18 y 20 años de edad, presentaron una DMO reducida, lo que conlleva a un riesgo de sufrir osteoporosis en un futuro (IOF, 2007).

### **1.2.2 Ingesta de Proteína.**

Las proteínas también juegan un papel importante en la salud de los huesos, (Katsuyama et al., 2005). Aumentar la ingesta de proteína en personas que tienen una ingesta deficiente, tiene un efecto positivo en la disminución del riesgo de fracturas, esto si se asegura al menos 1 g de proteína por kilo de peso corporal. La ingesta moderada de proteína garantiza el funcionamiento correcto de todo organismo (Martín, Consuegra, y Martín, 2015).

Las proteínas pueden diferenciarse si provienen de origen vegetal o de origen animal. Las diferencias entre ellas radican entre el contenido de

aminoácidos. Si bien en las proteínas de origen animal y las de origen vegetal se hallan los 20 aminoácidos, sin embargo, su proporción es diferente. La importancia de estas diferencias está determinada por el hecho de que los humanos no pueden realizar la síntesis endógena de todos los aminoácidos; entre estos se encuentran nueve que no puede sintetizarse (histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina), estos reciben el nombre de aminoácidos esenciales o indispensables; en cambio el resto que pueden sintetizarse en el organismo reciben el nombre de no esenciales, de los cuales seis (arginina, cisteína, glutamina, glicina, prolina y tirosina) se consideran condicionalmente indispensables ya que deben obtenerse de la dieta cuando las demandas metabólicas superan la síntesis endógena (Peniche y Boullosa, 2011).

La ingesta de proteína diaria recomendada establece de manera general un porcentaje parcial en relación con el resto de los macronutrientes, de esta manera se recomienda de forma habitual que la dieta contenga del 10 al 15% de proteínas, no obstante, la Academia Nacional de Ciencia de Estados Unidos indica que los límites de distribución aceptable para macronutrientes en adultos puede oscilar de entre 10 y 35% (Peniche y Boullosa, 2011).

Por otra parte, la Cantidad Diaria Recomendada (CDR) considera el peso corporal; de esta forma puede establecerse que un recién nacido necesita 1.52 g por kg de peso corporal y un adulto tan solo 0.8 g, estas diferencias son en función a la magnitud de los procesos anabólicos en ambas etapas de edad. Un lactante de 4.5 kg necesita una cantidad de 6.84 de proteínas ( $4.5 \times 1.52 = 6.84$ ) y un adulto de 70 kg requiere 56 g de proteína por día ( $70 \times 0.8 = 56$ ), por lo tanto, si se consideran esos 56 g de proteína y se convierten en energía (1 g de proteína = 4 kcal) se obtiene un equivalente de 224 kcal para un adulto de 70 kg de peso y con un gasto energético de 2,300 kcal/día, la contribución energética de estas proteínas corresponden al 9.7% del total de macronutrientes, por lo que si este individuo incrementa su gasto energético a 2,800 kcal debido al entrenamiento físico, estos 56 g corresponden tan solo al 8% del total de los macronutrientes (Peniche y Boullosa, 2011).

Según Burke y Cox (2010), hacen la recomendación de ingesta de proteína diaria según la edad, de tal manera que:

- 1.52 g/kg en edades de 0 a 0.5 años
- 1.10 g/kg en edades de 0.5 a 1.0 años
- 1.10 g/kg en edades de 1 a 3 años
- 0.95 g/kg en edades de 4 a 8 años
- 0.95 g/kg en edades de 9 a 13 años
- 0.85 g/kg en edades de 14 a 18 años
- 0.8 g/kg en edades de 19 años y más

Por otra parte el Instituto de Medicina de la Academia Nacional de Estados Unidos (2005), hace la recomendación de ingesta de proteína diaria según la edad, de tal manera que:

- 1.5 g/kg para infantes
- 1.1 g/kg en edades de 1 a 3 años
- 0.95 g/kg en edades de 4 a 13 años
- 0.85 g/kg en edades de 14 a 18 años
- 0.8 g/kg en edades mayores a 18 años

Las recomendaciones para atletas que practican deportes de conjunto son una ingesta de calcio de 1.2 gramos (g) por kilogramo (kg) de peso corporal cuando se realiza un entrenamiento moderado, no obstante, cuando se realiza un entrenamiento intenso o programa de juego, se recomienda una ingesta de proteína de 1.7 g/kg de peso corporal (Burke y Cox, 2010; NHMRC, 2006).

### **1.3 Masa Ósea (MO)**

Haciendo referencia a la conceptualización de MO, el Instituto Nacional de Cáncer de los Estados Unidos (NIH, 2016) define a la MO como la cantidad de mineral (por lo general, calcio y fósforo) que contiene cierto volumen de hueso. Las mediciones de MO se pueden usar para diagnosticar la osteoporosis, así como verificar si los tratamientos contra esta enfermedad son eficaces y de esta manera poder calcular la probabilidad de que los huesos se quiebren.

Considerando lo anterior, se puede decir que la cantidad y calidad de MO es un factor determinante que se relaciona con el riesgo de fractura, por lo que maximizar la Masa Mineral Ósea (MMO) durante la niñez y la adolescencia puede contribuir a reducir el riesgo de sufrir fractura en estas etapas y posiblemente en edades más avanzadas. Si bien más del 60% del PMO que se presenta al finalizar el proceso de maduración está determinado genéticamente, el resto es influenciado por factores como la ingesta adecuada de productos lácteos como una fuente natural de calcio, proteínas y vitamina “D”, además de la realización de actividad física que soporten peso y ejercicios con saltos, ya que estos pueden favorecer el aumento de MMO en edades tempranas (Rizzoli, Bianchi, Garabédian, McKay, y Moreno, 2010).

Por lo anterior y haciendo alusión a la actividad física como una medida para aumentar la MO, un estudio con jóvenes del sexo varonil, encontró que deportistas de distintas disciplinas (natación, tenis, fútbol y un grupo control), en donde se comparó la relación del tipo de impacto óseo por disciplina con la edad del hueso; se observaron diferencias significativas de DMO al finalizar la pubertad (16 a 18 años) con un incremento del 78% en el región lumbar (L1-L4), 47% en fémur proximal y 38% en el cuerpo total en comparación con los de 10 a 12 años (Silva, Goldberg, Teixeira, y Dalmas, 2011). Esos resultados, también se atribuyen a que las mayores ganancias de MO se dan al finalizar la pubertad (Toumba y Skordis, 2010), razón por la cual el aumento de DMO fue más drástico en los jóvenes de 16 a 18 años en comparación con los más jóvenes.

Entonces, una manera de alcanzar valores elevados en el pico de masa ósea (PMO), es practicando ejercicio físico durante el crecimiento (Behringer, Gruetzner, McCourt, y Mester, 2014). Por tal razón se puede considerar que la actividad física durante el periodo de crecimiento se asocia con una mayor MO en los hombres (Bielemann et al, 2013), la cual alcanza su nivel máximo poco después de la finalización de la pubertad y normalmente se mantiene estable hasta la tercera década de la vida de una persona (Toumba y Skordis, 2010). Por tal motivo se debería contemplar la actividad física en la etapa universitaria como una medida para fortalecer los huesos y no solo en la pubertad.

La recomendación anterior se realiza basado en que otra fuente menciona que la MO alcanza su valor más alto entre los 20 y 30 años de edad, este aumento también es conocido como “pico de masa ósea” lo cual es el resultado de la cantidad de hueso obtenido durante el crecimiento, la adquisición de un pico óptimo de masa ósea durante el crecimiento contribuye a contrarrestar la inevitable pérdida de masa ósea producto del envejecimiento; la actividad que implica levantar peso y posiblemente la suplementación con calcio pueden considerarse como algunas de las medidas preventivas que contribuyen a alcanzar un pico óptimo de MO si se consume de preferencia en edades tempranas (Adam, Tenforde, y Fredericson, 2011; Mora y Gilsanz, 2003). Basado en lo anterior, una buena recomendación para mantener unos huesos sanos, pudiera ser la ingesta de calcio en combinación con la actividad física en etapas universitarias.

Por otra parte, las propiedades elásticas del hueso determinan el comportamiento mecánico durante las actividades de la vida diaria, donde generalmente el hueso no excede el rango lineal (Ramírez, Ortiz, Shouwenaars, y Ruiz, 2007). El nivel de MO se mantiene en niveles apropiados para poder lograr una estructura que pueda cubrir los requerimientos que demanda la carga mecánica, por lo que se puede explicar de una mejor manera con el siguiente ejemplo: cada vez que un levantador de pesas levante cierta cantidad de peso, el hueso será sometido a una gran tensión, lo cual provocará una deformación

momentánea, que será un estímulo para que el hueso absorba más calcio y así evitar un futuro estrés sobre el mismo (Grynspan, 1997).

#### **1.4 Contenido Mineral Óseo (CMO)**

El CMO se define como la cantidad total de minerales en un segmento determinado, la cual es expresada en gramos (g; Lobo, Ladrón de Guevara, y Zerboni, 2004). El CMO (g) y la DMO ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) puede medirse por medio de Absorciometría de Rayos "X" por Energía Dual (DEXA), utilizando muy baja exposición a los rayos "X" y que ofrece una alta precisión y exactitud (Mazess, Barden, Bisek, y Hanson, 1990). Dicho método fue considerada para el presente estudio de investigación.

Por otra parte, el CMO también se reporta en base a su cantidad por área, llamada Densidad Mineral Ósea (DMO, en  $\text{g}/\text{cm}^2$ ), parámetro de referencia que se utiliza hoy en día para determinar la resistencia ósea, considerando otras propiedades del hueso como sus propiedades geométricas, estructurales y materiales (mineralización y composición de la matriz), englobadas todas ellas en un concepto denominado como calidad ósea (Guede, González, y Caeiro, 2013).

En los adultos jóvenes sanos, los procesos de formación y reabsorción de la MO están equilibrados, sin embargo, en situaciones extremas como el reposo prolongado en cama, la actividad de reabsorción osteoclástica es mayor que la formación dada por los osteoblastos, dando como resultado una pérdida de MO. Por el contrario, el aumento de la actividad física o del peso corporal, redundará en un incremento de la formación ósea. Por ello, en estudios de investigación en los cuales se evalúan el efecto del ejercicio físico sobre aumentos de MO requieren incluir un grupo control no deportista (Sánchez, 1992), recomendación atendida en la presente investigación.

Un estudio encontró que el CMO de la tibia se incrementaba con 14 semanas de entrenamiento físico intenso en 268 hombres jóvenes de entre 18 y

21 años de edad, estos fueron medidos al principio y al final del programa de entrenamiento. Sin embargo, los autores señalaron que el entrenamiento fue tan intenso que muchos participantes experimentaron fracturas por estrés, por lo que no completaron el programa, presentando un CMO significativamente menor en comparación con los que sí pudieron terminar el programa; este estudio demostró que un alto nivel de carga en los huesos de adultos jóvenes da como resultado la presencia de fracturas por estrés o un rápido aumento en el CMO (Margulies, et al., 1986).

Sin embargo, hay quienes relacionan la intensidad del ejercicio con la fuerza de carga del hueso, ya que esta fuerza aumenta generalmente en proporción a la intensidad del ejercicio. Actividades de impacto como la gimnasia, ejercicios pliométricos, ejercicios de resistencia de intensidad moderada, deportes que implican correr y saltar (fútbol, baloncesto) son también de beneficio para la salud de los huesos (Kohrt, Bloomfield, Little, Nelson, y Yingling, 2004).

En la edad adulta, la actividad física ayuda a mantener la MO; pero la posibilidad de que aumente la DMO es incierta, ya que se han notificados aumentos de la DMO como respuesta a la alta intensidad de ejercicios que soportan peso, sin embargo, esta no parece conservarse cuando se interrumpen los ejercicios. Por ello se sugiere que el declive de la DMO relacionado con la edad puede ser atenuado con actividades no muy vigorosas en personas físicamente activas, reduciendo así el riesgo relativo de fractura (Kohrt, Bloomfield, Little, Nelson, y Yingling, 2004).

Otro estudio menciona que se observó una pérdida significativa en el CMO a lo largo de una temporada competitiva en Jugadores de basquetbol masculinos, estas bajas del CMO también se reflejaron en los momentos de intenso entrenamiento fuera de temporada (Klesges et al., 1996), esto posiblemente se debe a que el ejercicio físico es uno de los factores que condicionan el modelado y remodelado óseo, considerando que los estímulos más importantes se producen cuando las cargas del ejercicio físico exceden las ejercidas de manera habitual;

sin embargo, los beneficios de estos estímulos no son generalizados, ya que estos trabajan más directamente sobre el área específicamente implicada en el ejercicio realizado (Calafat, 2007b).

Un estudio longitudinal menciona que la actividad física en la adolescencia tiene como beneficio el aumento y la acumulación del CMO, por lo que se investigó si los adolescentes físicamente activos mantuvieron su alto CMO en la tercera década de su vida en comparación con otro grupo control, por lo que se midieron 82 mujeres y 72 hombres, el método utilizado para la medición fue por medio del DEXA, donde se determinó que los hombres presentaban un 8% más de CMO en todo el cuerpo, en comparación con el grupo inactivo, 13% más en la región lumbar y 11% más en la cadera total. Esos resultados correspondieron a la adolescencia, pero aun en la edad adulta, los grupos activos varoniles siguen presentando entre un 8 y 10% más de CMO en la cadera total y cuello de fémur. Ese estudio indicó que los beneficios de la actividad física obtenidos en la adolescencia, se mantienen en una edad adulta joven (Baxter-Jones, Kontulainen, Faulkner, y Bailey, 2008).

### **1.5 Densidad Mineral Ósea (DMO)**

La DMO es conocida como el CMO corregido por el Área Ósea (AO) y se expresa en  $\text{g}/\text{cm}^2$ , el AO corresponde a una superficie en  $\text{cm}^2$ , por lo que esta depende del tamaño del hueso (Lobo et al., 2004). Los beneficios en la densidad ósea del ejercicio físico se producen en los primeros años de vida, estos beneficios, en el sentido de incremento de la DMO van disminuyendo con la edad, sobre todo después de los 50 años, por lo que en etapas posteriores los beneficios del ejercicio físico para los huesos, van más relacionados con la disminución de la pérdida de MO, es decir, estarían más relacionados con el efecto de ahorro que de ganancia, un hombre adulto tiende a perder aproximadamente hasta un 0.7% de MO por año después de los 65 años de edad (Calafat, 2007a), aunque la MO empieza a disminuir después de los 35 años de edad, se dice que después de los 70 años de edad se puede llegar a conservar menos del 70% de la masa ósea

obtenida en la edad adulta joven (Riggs y Melton, 1995; Smith y Gilligan, 1989) extraído de (Frost, 1997).

Una estrategia para poder hacer el esqueleto más resistente a las fracturas pudiera ser maximizar la DMO en las primeras tres décadas de vida y minimizar la pérdida de DMO después de los 40 años de edad debido al envejecimiento y disminución de la actividad física (Kohrt, Bloomfield, Little, Nelson, y Yingling, 2004), dado que la ausencia de actividad física tiene un efecto negativo en la DMO del hueso, la falta de movimiento y fuerza contribuye a la pérdida de Masa Ósea (MO), según estudios realizados en animales y sujetos sometidos a inmobilizaciones prolongadas, según lo mencionado por Grynspan (1997).

Un estudio longitudinal evaluado por Absorciometría de Rayos "X" por Energía Dual (DEXA), en donde se trabajó con un grupo de 46 atletas varoniles que tenían alrededor de tres décadas de haber abandonado la practica deportiva (20 ex corredores, 12 jugadores de futbol, 8 nadadores, y 6 levantadores de pesas) a los cuales se les comparó la DMO con un grupo control sedentario la misma edad, en los cuales se observó una DMO más alta en los atletas retirados en comparacion con los sedentarios, lo cual indica que los huesos deben adaptarse desde una edad muy temprana en la vida, esto como una estrategia para mejorar la salud de los huesos con el fin de minimizar el riesgo de sufrir una fractura, ya que al parecer la alta DMO se asocia con la actividad fisica de alto nivel (Tveit, Rosengren, Nilsson, Ahlborg, y Karlsson, 2013).

Otro estudio con niños y niñas en edades de entre 15 y 18 años de edad, los cuales fueron medidos mediante DEXA para determinar el CMO y la DMO, donde dos de cada tres niños y niñas declararon ser físicamente activos en horarios fuera de la escuela; las niñas que declararon ser altamente activas presentaron niveles de DMO más altos que sus compañeras menos activas, esto en cuello de fémur ( $0,093 \text{ g/cm}^2$ ), cadera total ( $0,090 \text{ g/cm}^2$ ) y cuerpo total ( $0,046 \text{ g/cm}^2$ ). En el caso de los varones presentaron valores muy similares en el cuello de fémur ( $0,125 \text{ g/cm}^2$ ) y cadera total ( $0,133 \text{ g/cm}^2$ ), obteniendo una DMO en el cuerpo total de  $0,66 \text{ g/cm}^2$ , por lo que se llegó a la conclusión que un aumento en

la actividad física en la adolescencia se asocia con mayores niveles de DMO y CMO lo cual tiene efectos sobre la resistencia del hueso y puede ser considerada como una estrategia preventiva (Christoffersen et al., 2015).

La etapa universitaria también es importante considerar el tipo de actividad que se realice, tal como sucedió con un estudio con mujeres universitarias (N=45), el cual tuvo como objetivo comparar la DMO entre deportes de alto impacto (Voleibol,  $n = 8$ ; Gimnastas,  $n = 13$ ) y deportes de carga continua o bajo impacto (nadadoras,  $n = 7$ ; grupo control,  $n = 17$ ). Las regiones evaluadas fueron región lumbar (L1-L4), cuello de fémur, Triangulo de Ward, extremidades superiores, extremidades inferiores, pelvis y torso. Las voleibolistas y gimnastas presentaron una DMO significativamente más alta en la región lumbar, cuello de fémur, triangulo de Ward y cuerpo completo en comparación con las nadadoras y grupo control. Al comparar por regiones, las gimnastas presentaron extremidades superiores con una DMO significativamente ( $p < .05$ ) más alta que todos los grupos. Los grupos de alto impacto (voleibol y gimnastas) presentaron una DMO significativamente más alta en las extremidades inferiores y pelvis que las nadadoras y grupo control. No se observaron diferencias significativas entre nadadoras y grupo control (Fehling, Alekel, Clasey, Rector, y Stillman, 1995).

Otro estudio longitudinal cuyo objetivo fue analizar el efecto de diferentes deportes en la acumulación de DMO entre adolescentes varones durante un seguimiento de 9 meses (de octubre de 2013 a agosto de 2014), con una muestra de 82 sujetos (control [ $n = 13$ ], baloncesto [ $n = 14$ ], karate [ $n = 9$ ], fútbol [ $n = 18$ ], judo [ $n = 12$ ] y natación [ $n = 16$ ]). La DMO ( $\text{g/cm}^2$ ) fue evaluada por absorciometría de rayos X por energía dual, donde después de nueve meses de seguimiento, todos los grupos (incluido el grupo de control) presentaron acumulación significativa de DMO (muestra general: 4.5% en todo el cuerpo). Por otra parte, el grupo de baloncesto presentó una mayor acumulación de DMO en las extremidades superiores (17.6%) que el grupo de control (7.2%). Se observó una diferencia similar en la DMO de todo el cuerpo (grupo de control: 4.1% frente al grupo de baloncesto: 7.1%). El grupo de baloncesto tuvo ganancias de DMO

significativamente más altas que el grupo de control y otros grupos de deportes (Agostinete, et al., 2016).

Otro estudio presentado cuyo objetivo fue caracterizar los marcadores óseos y composición corporal fuera de temporada, pretemporada y posttemporada en atletas universitarias, desde 2006 hasta 2008, 67 atletas universitarias de 5 deportes, softbol ( $n = 17$ ), baloncesto ( $n = 10$ ), voleibol ( $n = 7$ ), natación ( $n = 16$ ), saltadoras y velocistas ( $n = 17$ ). Se utilizó absorciometría de rayos X por energía dual para determinar composición corporal (CC), CMO, DMO, DMO de brazos, DMO de piernas, DMO de la pelvis y DMO de la columna vertebral. Las comparaciones entre los atletas en cada deporte mostraron que las medidas óseas de las nadadoras promediaron entre 4 y 19% más bajas que las de los atletas en cualquier otro deporte. Los valores para las atletas que juegan al baloncesto y al voleibol fueron los más similares, mientras que los valores de las atletas de softball se encuentran a la par entre todos los demás atletas (Carbuhn, Fernandez, Bragg, Green, y Crouse, 2010).

### **1.6 Técnica de densitometría de rayos “X” por energía dual**

Para demostrar la pérdida de DMO en partes como el fémur proximal y región lumbar, normalmente es utilizada la densitometría dual de rayos “X” (DEXA), ya que es considerada una técnica muy exacta y por ello se ha convertido en la técnica de referencia para dicha medición; las mediciones se pueden realizar en cualquier hueso del organismo. La DMO es valorada de dos formas: una es comparando resultados del paciente con los individuos sanos de 20 a 40 años de igual raza y sexo, por lo que estaríamos hablando del T-Score, considerando valores de -2.5 desviaciones estándar (DE) por debajo de la media para un grupo de individuos jóvenes de igual raza y sexo, este es diagnosticado con osteoporosis, los criterios para valorar el T-score del DEXA se dividen en normal (de -1 a +1), osteopenia (de -1 a -2.5), osteoporosis (por debajo de -2.5) y osteoporosis severa (entre -3.5 y -4.5). Otra forma es comparándolos con individuos de la misma edad, en este caso se hace referencia al Z-Score, donde

son diagnosticados con osteoporosis cuando presentan valores por debajo de -1 DE (Figueiredo, 2014).

El DEXA sigue siendo una de las técnicas más utilizadas debido a su velocidad, precisión, bajo coste y seguridad (Gordon et al., 2008), por lo que es considerado un método eficiente para la valoración de la composición corporal para el cuerpo total y masa grasa regional, masa magra, y el CMO (Kerr, Slater, Byrne, y Nana, 2016), por lo que se ha considerado como el instrumento de medición de la presente investigación.

### **1.7 Fracturas por estrés**

Otra problemática que presentan los huesos son las fracturas por estrés, las cuales han recibido varios nombres, por ejemplo, cuando se presentan en la tibia, se les ha conocido como el síndrome del comportamiento posterior al esfuerzo, fracturas por fatiga, periostitis tibial y síndrome del estrés de la tibia, este tipo de lesiones son causadas por la resorción ósea, la cual supera la formación ósea de la corteza tibial. No obstante, las fracturas por estrés también se describen como una fractura producida por el estrés fisiológico aplicado al hueso, cuyo estrés es producido cuando se aplica una tensión anormal al hueso, sobrepasando la resistencia elástica normal de este; en el año de 1994, se les diagnosticó fractura por estrés a 9 de 24 miembros del equipo nacional de fútbol de los estados Unidos, los cuales participaron en la copa mundial de ese año (Knapp y Garrett, 1997; Moen, Tol, Weir, Steunebrink, y Winter, 2009).

Las lesiones de fracturas por estrés o fatiga, se aprecian fácilmente en la medicina deportiva y se producen como resultado de la realización repetida de un movimiento en una región específica, la cual puede conducir al desequilibrio entre los osteoblastos y la actividad de los osteoclastos, lo cual favorece a la rotura del hueso, esto a pesar de que los atletas lesionados, tiendan a tomar acciones como el descanso, cambio de actividad, e incluso el uso de analgésicos; es común que el atleta tienda a retomar sus actividades de juego, sobre todo en el caso de los

deportistas de competición (Costa, et al., 2016; Carmont, Mei-Dan, y Bennell, 2009), lo cual causa un desfase temporal entre la reabsorción inicial y la formación ósea, lo cual deja al hueso en un periodo de tiempo durante el cual existe una desmineralización ósea que fragiliza aún más el hueso (Lafforgue, 2013b).

Este tipo de micro fracturas también se puede producir en un hueso de calidad normal que realice ejercicios de carga repetida, aun siendo estos de una magnitud inferior a la tolerancia que tiene este mismo a la ruptura, sin embargo, este tipo de fracturas se pueden producir debido a que se sobrepasa la tolerancia a la fatiga en el hueso utilizado (Carmont, Mei-Dan, y Bennell, 2009).

Otro motivo de fractura por estrés, puede estar determinado por la insuficiencia del hueso, generalmente esto se asocia a una baja DMO y se producen en la médula que se ve comprometida mecánicamente (Carmont, Mei-Dan, y Bennell, 2009), es decir, aquella parte del hueso que se ve sometida al esfuerzo, según las necesidades de la actividad deportiva realizada (Calafat, 2007b).

Por lo tanto, las cargas mecánicas ubicados dentro de ciertos límites, tienen efectos positivos sobre los huesos, por lo que, si se excede la capacidad de resistencia del hueso, esto conlleva a la acumulación de microdaños que superan la capacidad de reparación de este mismo, seguido de auténticas fracturas microscópicas conocidas como fracturas por sobrecarga (Lafforgue, 2013 b).

Considerando lo anterior, cuando se ejerce una fuerza sobre el hueso, este sufrirá una deformación hasta alcanzar un punto en el que se produzca una fractura o también llamado fracaso mecánico del hueso, no obstante, estas fracturas aparecen con frecuencia debido a un esfuerzo repetido, aun siendo estas menor a la capacidad de resistencia máxima del hueso, esto se debe al hecho de exponer al hueso a esfuerzos repetidos; por lo tanto, un esfuerzo puede provocar microfracturas sin que el hueso se rompa completamente; si este esfuerzo se

repite durante varios ciclos consecutivos, la microfractura se propagará provocando la ruptura total del hueso (Guede, González, y Caeiro, 2013).

## **1.8 El Remodelado Óseo**

El crecimiento o remodelación ósea, se define por la relación espacial y temporal entre la resorción y formación ósea, donde los osteoclastos reabsorben las células dañadas del hueso y los osteoblastos lo sustituyen por hueso nuevo, siendo los osteocitos los responsables de detectar las señales ambientales, tanto mecánicas como hormonales, dirigiendo así las necesidades en el aumento o reducción del hueso al reconocer la carga dinámica y convertir los estímulos mecánicos en señales biológicas, coordinando así las actividades entre osteoclastos y osteoblastos, dándole al hueso el potencial de repararse así mismo a lo largo de la vida de un organismo. Los osteoclastos son las células de resorción primaria, por lo tanto, la velocidad de generación de osteoclastos determina la profundidad de resorción. Los osteoblastos son quienes dan lugar a los osteocitos ya que estos fueron con anterioridad osteoblastos que permanecen dentro de la matriz ósea mineralizada (Aubin, 2008; Bellido, Plotkin, y Bruzzaniti, 2014; Mori y Burr, 1993).

En los niños y jóvenes predomina la “modelación ósea” (formación de hueso), sin embargo, los factores como la nutrición y el estilo de vida también son importantes, pero son los factores genéticos los que principalmente determinan el pico de masa ósea máxima, el cual se alcanza entre los 25-30 años. En los adultos jóvenes la formación de hueso es igual a la resorción del mismo, por lo que este se mantiene, pero a partir de los 30-45 años predomina resorción sobre formación, lo que hace que perdamos hueso a medida que nuestra edad aumenta; además de factores externos e internos que pueden aceleren esta pérdida (Figueiredo, 2014).

El ciclo de remodelado óseo está conformado por cuatro fases, las cuales se conocen como activación, resorción, reversión y formación (Montecinos y Zeni, 2009). El remodelado óseo también es conocido como un término colectivo para los procesos continuos de crecimiento en los huesos, producto de la formación y la reabsorción que se produce en el hueso vivo, lo cual resulta en un material elástico que adapta su estructura a la carga aplicada (Cowin y Hegedus, 1976). Algunos deportes como la gimnasia en edades tempranas previo a la pubertad, están asociadas con el aumento de la DMO y a su vez con la mejora geométrica del hueso, esto debido a que se asocia con un aumento en el remodelado óseo (Maïmoun, et al., 2011).

Por otra parte, también se sabe que el remodelado óseo puede aumentar la masa ósea y la fortaleza de los huesos, los cuales tienden a adaptarse a las cargas que provienen de los músculos en dependencia del umbral de tensión ejercido por estos mismos, entre ellos el peso corporal y ejercicios que soporten peso, los cuales proporcionan una fuerza mecánica directa sobre los huesos, esto puede influir en el mantenimiento del remodelado óseo, por lo que también se mantiene el hueso existente. Aproximadamente, después de los 30 años de edad, la fuerza muscular generalmente disminuye, por lo que los huesos que en algún momento se habían adaptado a músculos más fuertes y jóvenes caigan en desuso parcial, lo que puede resultar en una disminución de la fuerza y la masa ósea tal y como sucede con la inactividad, sin dejar de mencionar la pérdida ósea relacionada con la edad (Frost, 1997).

### **1.9 La carga de entrenamiento y su efecto en los huesos**

A manera de conceptualización, se entiende como carga de entrenamiento a la suma de estímulos efectuados sobre el organismo de un atleta, pudiendo diferenciarse entre carga interna y carga externa, por lo tanto, la carga externa se encuentra asociada al volumen y a la intensidad del entrenamiento; por otra parte, la carga interna es conocida como el conjunto de reacciones causadas al organismo, producto de la carga externa, por lo que la carga interna puede ser

evaluada tomando en cuenta la frecuencia cardiaca, el valor del lactato, entre otras (Vasconcelos, 2005).

Otro autor menciona que la carga de entrenamiento se relaciona con el trabajo muscular producido, según el régimen de ejercicios que se desea cumplir en el entrenamiento, o en alguna competición, esta a su vez se relaciona con la cantidad de trabajo hecha, su efecto sobre el cuerpo y el efecto psicológicamente percibido del Deportista (Siff y Verhoshansky, 2000), por lo que se puede apreciar una relación muy similar con el concepto de carga antes mencionado.

Otro aspecto importante, y haciendo referencia al principio de la periodización de la carga; se menciona que esta no se puede mantener durante todo el año en un nivel cerca del límite de la capacidad individual de un deportista, debido a que este no puede estar en plena forma durante mucho tiempo, motivo por el cual hay una relación alterna entre carga y descarga, entre aumento del volumen y descenso de la intensidad, etc., por lo que tiene que someterse a un ciclo periódico, por lo que se aconseja dividir el proceso de entrenamiento en pretemporadas, periodo de competición y periodo de transición, lo cual permite evitar el sobreentrenamiento del deportista y alcanzar valores máximos de rendimiento, los cuales serían imposibles de alcanzar con una carga elevada y continua (Weíneck, 2005).

Por tal razón, un ciclo de entrenamiento se divide en tres periodos, los cuales corresponden en primer lugar al periodo preparatorio, el cual tiene como objetivo el desarrollo de la forma deportiva del deportista, dividido este mismo a su vez en dos fases; la primera está más dirigida de manera muy amplia a la preparación física general y en la segunda predomina el trabajo con implementos más específicos, restringiendo de manera paulatina el volumen y elevando a la par la intensidad, no obstante, en el deporte de elite predomina la intensidad de la carga y el trabajo específico de la competición durante todo el periodo preparatorio (Vasconcelos, 2005; Weíneck, 2005).

Seguido de lo anterior, se presenta el periodo competitivo, cuyo objetivo va más dirigido a desarrollar la forma deportiva participando en la competición, lo que permite el desarrollo y la estabilización de la forma máxima individual a través de las cargas elevadas que plantean las diferentes competiciones, así como la cantidad y la calidad de estas mismas, lo cual depende de la capacidad de asumir la carga de cada individuo (Vasconcelos, 2005; Weíneck, 2005).

Por último, se presenta el periodo de tránsito, cuyo objetivo es la recuperación activa y la regeneración del deportista, lo cual representa una pérdida temporal de la forma deportiva, lo cual representa un descenso de la intensidad y volumen de entrenamiento. La recuperación activa se puede conseguir con la práctica de actividades similares a la de la disciplina deportiva, lo cual puede impedir una caída muy marcada en el nivel de rendimiento, lo que puede mantener la condición física del deportista en un nivel aceptable con su recuperación (Vasconcelos, 2005; Weíneck, 2005), a continuación se muestra un esquema de una periodización doble donde se muestra las tendencias del entrenamiento por periodos (Figura 1).

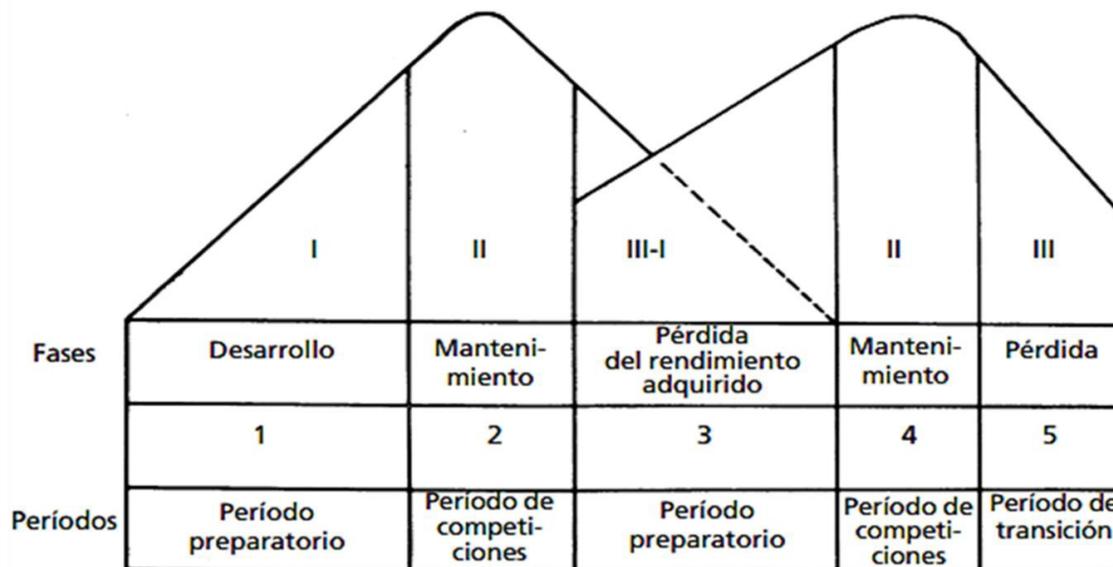


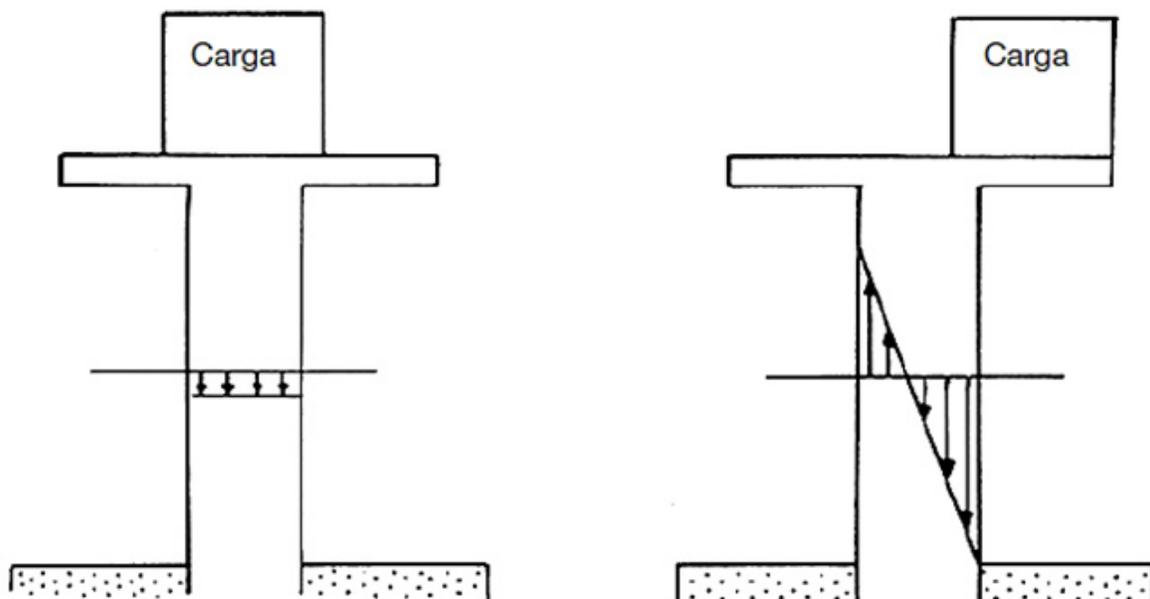
Figura 1. Representación esquemática de una periodización doble. Adaptado de "Entrenamiento Total", por Weíneck, J, 2005, Paidotribo, p. 58, Barcelona.

Se puede apreciar que existe una amplia relación entre la periodización y la forma deportiva, dado que el proceso que encamina al atleta hasta obtener un rendimiento óptimo, por lo que el entrenamiento debe ser organizado cuidadosamente sin perder de vista la globalidad del proceso anual, por esto, el entrenador debe tener presente en todo momento que la periodización está condicionada por factores de la organización deportiva y por leyes del entrenamiento que la determinan (Vasconcelos, 2005), por lo tanto, el presente estudio enfoca su atención al comportamiento del CMO y de la DMO a lo largo de un macrociclo de entrenamiento, ya que se dice que los deportistas presentan una mayor Masa Ósea (Grynspan, 1997), esto puede ser debido a que la carga en los huesos está conformada por dos fuerzas que se generan entre un punto de apoyo y las fuerzas musculares que actúan sobre el hueso, así como la dirección y magnitud del esfuerzo en dependencia del deporte. Por ello, un trabajo muscular fuerte y una buena coordinación, son vitales para la obtención de movimientos seguros y eficientes, lo cual da como consecuencia una estructura ósea más sólida y fuerte (Nikander et al., 2008).

Como antecedente, un estudio realizado con diversas disciplinas (voleibol, basquetbol, corredores, futbolistas y un grupo control), menciona que los cambios de la carga resultan en una mejora de la fuerza del hueso durante una temporada competitiva, los que puede desarrollar una mayor tolerancia al riesgo de fracturas por estrés, al igual que puede generar dichas fracturas, por lo que se recomienda que se realicen en futuras investigaciones, como se comportan los cambios que sufren los huesos en una etapa competitiva y su relación con la ocurrencia de lesiones por fracturas por estrés (Weidauer et al., 2014).

Por lo tanto, se puede entender que el hueso tiende a adaptar su estructura y capacidad de resistencia a las necesidades y requerimientos mecánicos, lo cual causa micro-lesiones en este proceso, para esto, los mecanorreceptores responsables de reparar los huesos, es el osteocito (Lafforgue, 2013a), por lo que la respuesta del esqueleto depende de la magnitud de fuerza aplicada, la cual

puede definirse como el cambio en el porcentaje de la longitud del hueso que se somete a una fuerza mecánica, así como de la velocidad de deformación que es la rapidez en que esta aparece y se libera. Otros aspectos a considerar son la distribución de deformación, la cual se describe como la forma en que ésta se



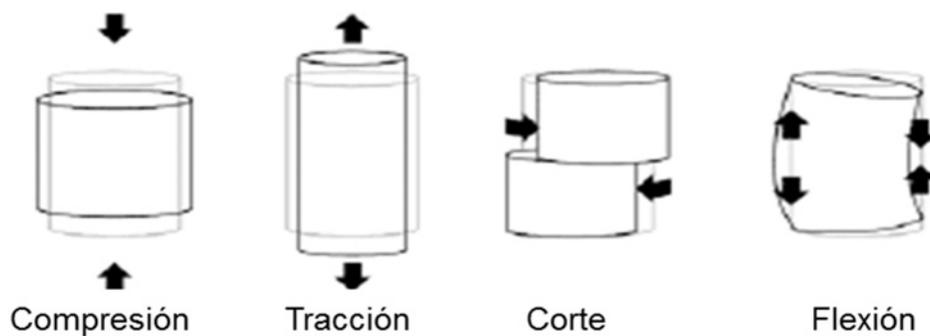
*Figura 2.* Importancia de la geometría del esfuerzo según Pauwels, 1973. Adaptado de “Esfuerzo físico y entrenamiento en niños y jóvenes”, por Gudrun, F., 2003, Paidotribo, p. 62. Barcelona.

acomoda en una sección del hueso, por lo que un esfuerzo en el sentido del eje se tolera mejor y sirve para la adaptación debido a que la fuerza que actúa se distribuye de manera simétrica, a diferencia de los esfuerzos que están alejados del eje, ya que estos pueden conducir a importantes esfuerzos localizados puntualmente y de esta manera sobrepasar los límites de la capacidad del esfuerzo físico (Figura 2). Y, por último, los ciclos de deformación que expresa el número de repeticiones de la fuerza que cambian las dimensiones del hueso con una magnitud determinada (Calafat, 2007b; Gudrun, 2003; Pauwels, 1973).

Por otra parte, los resultados de otro estudio mencionan que la magnitud de la fuerza aplicada sobre los huesos tiene mayor influencia sobre la Masa Ósea (MO) que el número de repeticiones que se realice una carga (Whalen y Carter,

1988), esto, seguido de otro estudio con animales, el cual menciona que las altas velocidades de deformación son necesarias para estimular la formación de hueso nuevo, ya que se aplicaron diversas tasas de deformación, dando como resultado un aumento significativo en la formación de hueso nuevo, esto fue proporcional a la velocidad y a la tasa de deformación del hueso en 2 grupos experimentales, observando que el entrenamiento con saltos se asociaba a una mayor velocidad y magnitud de deformación, arrojando una respuesta más positiva y con mayor eficacia que la carrera (Turner, Owan, y Takano, 1995).

Considerando lo anterior, se puede apreciar que el hueso es sometido a distintas fuerzas, tales como la fuerza de compresión, tracción y corte, las cuales se contemplan como fuerzas puras, mientras que la flexión es resultado de la combinación de varios tipos de fuerza que actúan simultáneamente. En la figura 3 se muestra la geometría inicial del hueso y la deformación que sufre al aplicarse una fuerza, el contorno más tenue, indica la forma inicial del hueso, mientras que el contorno más oscuro, muestra la deformación al aplicarse una fuerza determinada.



*Figura 3.* Distintos tipos de fuerza a los que puede someterse un hueso. Adaptado de “Biomecánica y hueso (I): Conceptos básicos y ensayos mecánicos clásicos”, por Guede, D., González, P., & Caeiro, J. R., 2013, *Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral*, 5 (1), p. 43-50.

Por lo tanto, se puede apreciar que la mecánica de un tipo de deporte se debe señalar para ser valorada y poder conocer las características específicas del

esfuerzo mecánico del tipo de deporte, sobre todo aquellas disciplinas que pueden llevar de manera habitual a la superación de los límites del esfuerzo, sobre todo aquellos movimientos que generan una presión, la cual tienen un mayor efecto sobre los huesos y los cartílagos, considerando también a los movimientos de tracción, cuyo efecto va más dirigido sobre los músculos, tendones, ligamentos, cápsulas y apófisis de los huesos (Gudrun, 2003).

Por lo tanto el sistema óseo debe asumir en la práctica deportiva la determinación y control del esfuerzo; el hueso dirige su resistencia en función del sostén, por ejemplo, la estructura de las trabéculas del cuerpo se ordenan en la dirección del esfuerzo principal, es decir, se ajustan según la dirección de movimiento predominante, tal como se muestra en la figura 4 (Gudrun, 2003), por lo tanto, las cargas cíclicas tienen como consecuencia un mayor porcentaje de tejido óseo trabecular, ya que este tiende a absorber la energía mecánica, volviendo a este más resistente a la fatiga, (Cano, Campo, Palacios, y Bascones, 2007; López, Archila, y Cantero, 2012; Misch, 2009), por lo que se puede apreciar como el hueso se va adaptando a las necesidades requeridas.

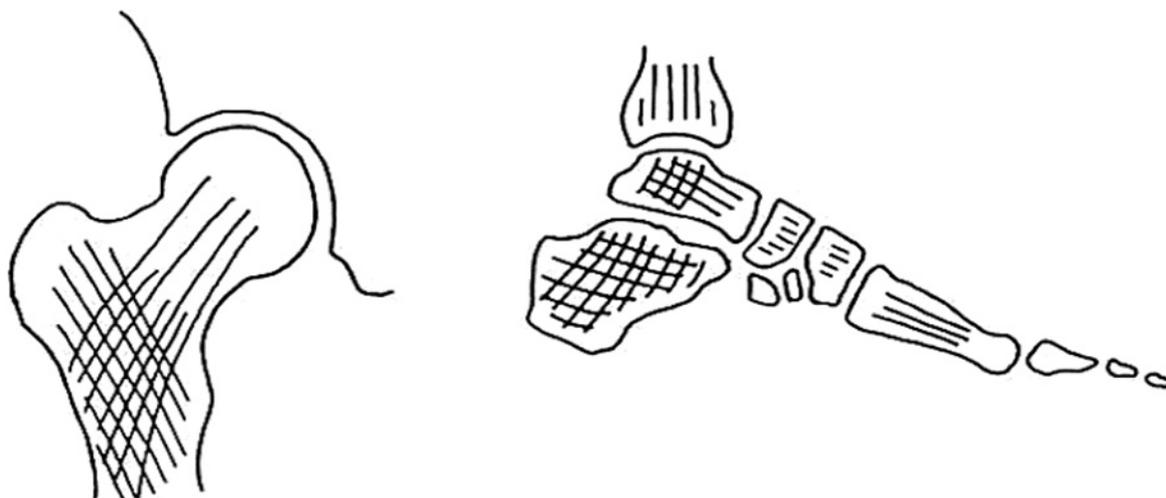


Figura 4. Estructura de las trabéculas de los huesos, ajustadas según la dirección de movimiento predominante en la parte de la cadera (fémur) y el pie. Adaptado de “Esfuerzo físico y entrenamiento en niños y jóvenes”, por Gudrun, F., 2003, Paidotribo, p. 62, Barcelona.

Considerando la actividad física como una opción para incrementar la Masa Ósea (MO), DMO y el CMO en etapas universitarias, es importante tener en cuenta el tipo de actividad que tiene mayor impacto osteogénico, ya que se han realizado algunas investigaciones donde se clasifican las actividades por nivel de impacto sobre los huesos, lo cual tiene distintos efectos sobre la salud ósea, en dependencia del tipo de actividad que se realiza (Nikander et al., 2006; Tenforde, Sainani, Sayres, Milgrom, y Fredericson, 2015).

Por lo tanto, hay quien define a las actividades de alto impacto como la actividad con saltos en una superficie dura, junto con una cantidad moderada donde predomina los patrones de movimiento (voleibol, basquetbol); describiendo por otra parte a las actividades de moderado impacto o cargas repetitivas a aquellas que tiene lugar en una dirección hacia delante con la mayoría de los impactos con los pies cerca del suelo (corredores de campo) y por último, definiendo a las actividades de odd-Impact o doble impacto como a aquellas que se realizan sobre una superficie suave, uniforme y que requieren el movimiento en todas las direcciones (futbol, tenis; Weidauer et al., 2014).

Otro estudio clasifica a los deportes en 4 grupos por nivel de impacto sobre los huesos, los cuales se clasifican en deportes de alto impacto (tenis, carrera, futbol, rugby, voleibol y baloncesto), deportes de impacto moderado (golf, tenis de meza y baile), deportes de bajo impacto (ejercicios sobre el suelo, vela, canotaje, ciclismo recreativo) y deportes sin impacto (natación, pesca, billar y los grupos sedentarios; Ishimoto et al., 2013).

En la Tabla 2, se muestra la clasificación de algunos estudios según el nivel de impacto sobre los huesos por disciplina deportiva, considerando las de alto impacto como aquellas que mayor efecto osteogénico tienen (Lafforgue, 2013 a).

Tabla 2

*Clasificación del tipo de actividad, según el tipo de carga mecánica o impacto sobre los huesos*

Autor	Alto Impacto	Doble Impacto (Odd Impact)	Alta Magnitud	Impacto Moderado	Bajo Impacto Repetitivo	Bajo Impacto o sin impacto
(Nikander R. , et al., 2004)	Carrera con vallas y voleibol	Jugadores de Squash y futbol	Halterofilia		Esquiadores de fondo	Natación y el ciclismo
(Nikander R. et al., 2006)	Vallas y voleibol	Futbol y deportes de raqueta				Natación
(Rantalainen et al., 2011)	Triple Salto, Salto de Altura, Carrera con vallas	Futbol y jugadores de Squash	Levantadores de potencia y de halterofilia		Corredores de resistencia	Nadadores
(Lafforgue P. , 2013 a)	Gimnasia				Halterofilia	Ciclismo y natación
(Schipilow et al., 2013)	Esquiadores alpinos			Jugadores de futbol		Nadadores
(Weidauer, et al., 2014)	Voleibol y basquetbol	Futbol y tenis		Corredores de campo	Corredores de campo	

*Nota:* Elaborado para la presente investigación por el propio autor.

Un meta-análisis donde se comparó la DMO de los nadadores en relación a la de personas sedentarias y deportistas de alto rendimiento osteogénico, menciona que la DMO de los nadadores y las personas sedentarias eran muy similares, además de presentar una DMO menor que los atletas que practicaban deportes de alto impacto, por lo tanto, se llegó a la conclusión que la natación está asociada con diversos beneficios para la salud, sin embargo, entre estos beneficios no se encuentra un aumento en la DMO del cuello de fémur y región lumbar , por lo que los nadadores pueden recurrir a ejercicios adicionales que tengan mayor influencia osteogénica si se trata de aumentar los valores de DMO (Gomez et al., 2015).

Otro estudio menciona que los programas de actividad física que considere ejercicios estructurados con distintos tipos de carga son capaces de mejorar el CMO y la DMO, sobre todo durante el crecimiento (Behringer, Gruetzner, McCourt, y Mester, 2014). Por otra parte, un estudio realizado por medio de Absorciometría de Rayos “X” por energía Dual (DEXA), donde participaron 46 jóvenes brasileños varoniles de entre 10 y 18 años de edad (12 nadadores, 10 tenistas, 10 jugadores de futbol y 14 sedentarios como grupo control), cuyo objetivo fue investigar el impacto de diferentes disciplinas deportivas sobre la DMO, considerando que los participantes realizaban más de 10 horas de actividad física a la semana por un periodo de 6 meses. Los resultados presentaron valores más altos de DMO en el región lumbar (L1-L4), cuello de fémur y cuerpo total en los futbolistas y tenistas en comparación con los nadadores y grupo control (Silva, Goldberg, Teixeira, y Dalmas, 2011).

Otros deportes como el béisbol donde predominan algunas capacidades como la fuerza, velocidad, rapidez, agilidad, flexibilidad, balance y resistencia muscular, requieren de un acondicionamiento apropiado, considerando el entrenamiento con pesas como una buena opción para las habilidades de este deporte, ya que se pueden obtener beneficios como unos músculos más fuertes que respalden la salud de los huesos, tendones y ligamentos, por lo que será

mucho menos propenso a sufrir lesiones en todos los aspectos de la vida (Robert y Price, 2012), de tal manera que un estudio con beisbolistas menciona que se encontraron valores más altos de DMO en las partes anterolateral y posteromedial del húmero y en la cabeza del radio, posteromedial al cúbito en comparación con un grupo control de no deportistas, esto debido a un estrés excesivo y acumulativo en la articulación del codo en los beisbolistas (Funakoshi, et al., 2016).

### **1.10 Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)**

El Equivalente Metabólico (Met), es una medida fisiológica que expresa el costo energético de actividades y se define como el índice de gasto metabólico, y por ende el índice de consumo energético de una actividad física en relación a una tasa metabólica en reposo. En este caso la variable MET-min/semana expresa la implicación metabólica semanal tanto de caminar como de actividades físicas de intensidad moderada y vigorosa (IPAQ, 2005a).

El Cuestionario Internacional de Actividad Física (*IPAQ-International Physical Activity Questionnaire*), es considerado un instrumento idóneo al momento de realizar investigaciones que requieran medir el nivel de actividad física en una población (Santamaría y Moreno, 2015), la versión corta del IPAQ mide alrededor de tres tipos específicos de actividades llevadas a cabo en cuatro rubros (laboral, domestico, transporte y tiempo libre), entre ellos se encuentran específicamente caminar, actividad física moderada y actividad física vigorosa, por lo que el cálculo de la puntuación total requiere la suma de la duración de estas en minutos y su frecuencia en días a la semana (IPAQ, 2005b), esto es expresado como en el siguiente ejemplo en la tabla 3.

Tabla 3

*Determinación del nivel de actividad física por el IPAQ*

Nivel en METs	METs–minutos/30 minutos por semana/5 días
Actividad Física Leve = 3.3 METs	$3.3 \times 30 \times 5 = 495$ MET-minutos/semana
Actividad Física Moderada = 4.0 METs	$4.0 \times 30 \times 5 = 600$ MET-minutos/semana
Actividad Física Vigorosa = 8.0 METs	$8.0 \times 30 \times 5 = 1,200$ MET-minutos/semana
	Total = 2, 295 MET - minutos / semana

NOTA: Adaptado de “Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). Short and Long Forms”, por IPAQ., 2005b.

Por lo que el total de MET–minutos / semana = Caminata (Met\*min\*día) + Actividad Física Moderada (Met\*min\*día) + Actividad Física Vigorosa (Met\*min\*día) (IPAQ, 2005b). Los Met–Minuto / semana, obtenidos por semana son clasificados en tres categorías de actividad física:

Categoría 1, nivel bajo (<600 Met–minuto / semana) es considerado el nivel más bajo de actividad física, por lo que las personas que no cumplen con los criterios para la categoría 2 o 3 se consideran bajos o inactivos, contempla actividades como trabajo en casa, caminatas para ir de un sitio a otro, también contempla tiempo sentado en casa, en el trabajo, estudiando y en tiempos libres (IPAQ, 2002; Santamaría y Moreno , 2015).

Categoría 2, nivel moderado (<3000 Met–minuto/semana), son aquellas actividades que requieren un esfuerzo físico moderado y lo hacen respirar algo más fuerte que lo normal; en esta categoría se contemplan tres criterios, el primero son aquellos sujetos que realizan tres o más días de actividad física vigorosa de por lo menos 20 minutos por día, seguido de un segundo criterios, que son aquellos sujetos que realizan cinco o más días de actividad con una intensidad moderada o caminata de mínimo 30 minutos por día, y por ultima el tercer criterios es considerado aquellos sujetos que realizan cinco o más días de cualquier combinación de caminata de intensidad moderada o actividad vigorosa alcanzando un mínimo de 600 Met–min/semana (IPAQ, 2002; Santamaría y Moreno, 2015).

Categoría 3, nivel alto (>3000 Met–minuto/semana), son consideradas aquellas actividades que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal; en esta categoría se consideran dos criterios, el primero es aquellos sujetos que realizan actividad física con intensidad vigorosa por lo menos tres días a la semana y acumulan al menos 1500 Met–min/semana; culminando con el último criterio que hace referencia a aquellos sujetos que realizan 7 o más días de cualquier combinación de caminata con una intensidad moderada o actividades con una intensidad vigorosa, alcanzando un mínimo de 3000 Mets–min/semana (IPAQ, 2002; Santamaría y Moreno, 2015).

Dado a las características que presenta este cuestionario, se ha considerado su aplicación en el presente trabajo de investigación, y así mismo analizar la correlación entre el nivel de actividad física y el CMO y la DMO al momento de realizar las mediciones con el DEXA.

## **Capítulo 2. Fundamentos Metodológicos**

### **2.1 Diseño de la Investigación**

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo ya que generaron datos que describen el comportamiento del CMO y la DMO a lo largo de un macrociclo de entrenamiento de siete meses en deportistas universitarios de voleibol y béisbol varonil.

El alcance de la investigación es descriptivo y correlacional, ya que solo se describieron los cambios que se presentaron en el CMO y la DMO a lo largo de un macrociclo de entrenamiento de béisbol y voleibol durante un periodo de siete meses y su asociación con las variables de ajuste de peso, estatura, IMC, ingesta de calcio, proteína y actividad física.

El diseño es longitudinal de tendencia (trend), ya que se analizó el efecto del entrenamiento de voleibol y béisbol sobre el CMO y la DMO, además de un grupo control al cual se le realizaran dos mediciones a lo largo de un periodo de siete meses. Es no experimental, ya que no se alteraron las variables para analizar su comportamiento, sólo se evaluó el efecto del entrenamiento sobre la CMO y la DMO al principio y al final de un macrociclo de entrenamiento de siete meses.

El macrociclo de entrenamiento que llevaron dichos atletas, tenía como objetivo principal el nacional universitario 2017. Las mediciones se realizaron a finales de septiembre del 2016 para la primera toma y a finales de abril del 2017 para la segunda, lo cual dio un margen de siete meses entre mediciones.

## 2.2 Población y Muestra

Se invitaron a 38 estudiantes varones de la Universidad Estatal de Sonora, aparentemente sanos y con una edad de entre 18 y 25 años. Se utilizó un tipo de muestreo no probabilístico, por conveniencia, ya que la población seleccionada no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación. En la tabla 4, se muestra la identificación de la muestra.

Tabla 4  
*Población y muestra considerada para la presente investigación*

Muestra (Universitarios)				
	<i>n</i>	Identificación	Grupo	Nivel de impacto
n = 38	12	Grupo 1 (G1)	Beisbolistas	Bajo
	11	Grupo 2 (G2)	Voleibolistas	Alto
	15	Grupo 3 (G3)	No deportista	NA

*Nota:* Elaborado para la presente investigación por el propio autor.

Se solicitó apoyo e información a los entrenadores de ambos deportes (béisbol y voleibol), respecto al tiempo de entrenamiento que realizaban a la semana según la disciplina, por lo que los voleibolistas mencionaron que entrenaban de lunes a jueves, dos horas por día en la cancha, es decir, ocho horas de entrenamiento a la semana; por otra parte, los beisbolistas entrenaban tres días a la semana, cuatro horas por día, de las cuales dos eran de entrenamiento con pesas y las otras dos horas eran de entrenamiento en el campo de béisbol.

A los participantes se les aplicaron cuestionarios para conocer el consumo de alimentos (R24H), el nivel de actividad física (IPAQ), y la edad en que iniciaron a practicar deporte, al igual que los años que duraron o que tienen practicando de manera constante deporte (vida deportiva).

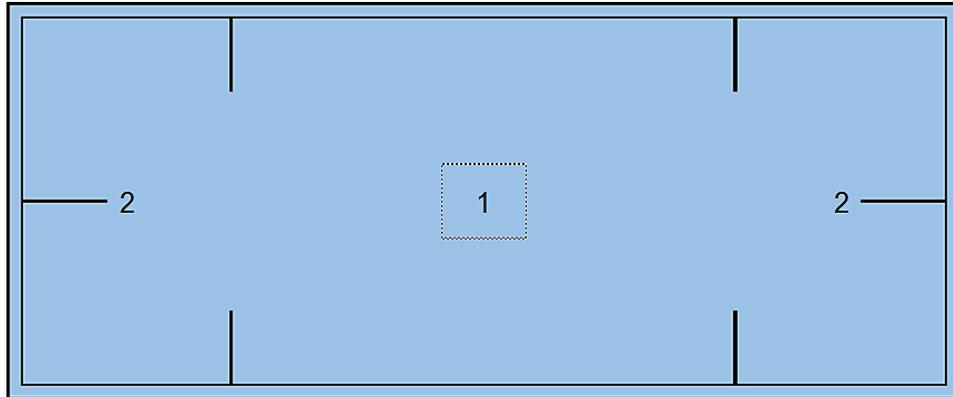
## 2.3 Material y métodos

### 2.3.1 CMO y DMO mediante el DEXA.

Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del inglés “*National Health and Nutrition Examination Survey*” (NHANES), la salud de los huesos fue evaluada por Absorciometría de Rayos “X” por Energía Dual (DEXA; NHANES, 2007), por lo tanto se utilizó un DEXA modelo Hologic, Discovery QDR-4500 A/SL, DELPHI que utiliza dos niveles de energía diferentes producidos por un tubo de energía para estimar el CMO y la DMO, añadiendo que este método de medición utiliza un muy bajo nivel de radiación de rayos “X”. Este instrumento fue proporcionado por el Centro de Investigación de Alimentos y Desarrollo (CIAD) en la ciudad de Hermosillo, Sonora, donde el CMO y la DMO se determinó para cada individuo en todo el cuerpo, región lumbar (L1-L4), fémur total y cuello de fémur.

Al llegar al área de medición, se le informó al sujeto las mediciones a realizar con la máquina de la DEXA y a su vez mención, que con estos escáneres se puede saber la resistencia y salud de sus huesos comparados con los de otras personas, por lo que, en el proceso de medición, se les fue indicando con más detalle las posiciones correctas para cada medición. (NHANES, 2007). Los sujetos asistieron a la medición del DEXA solo con pantalón corto de licra o algodón, y sin prendas como anillos, relojes, o todo aquello que pudiese causar alteraciones en los resultados, al momento de realizar la medición (Infante, et al., 2013).

Para el escáner del cuerpo completo, el sujeto tuvo que sentarse sobre el recuadro punteado con el número uno y con las piernas estiradas hacia la línea que tiene el número dos (Figura 5), posteriormente el sujeto tiene que acostarse extendido sobre la explanada de exploración del DEXA en posición supina, de tal manera que las líneas con el número dos pasen de manera imaginaria por el centro del cuerpo, desde los pies a la cabeza, considerando mantener brazos y piernas dentro del recuadro interno con la línea más delgada (Figura 5), ya que esta es el área de medición del DEXA.



*Figura 5.* Plataforma del DXA para la medición del cuerpo completo.  
Adaptado de “Dual Energy X-ray Absorptiometry (DXA) Procedures Manual”, por National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), 2007, Safer Healthier People, p. 3-7.

Según NHANES (2007), menciona que para el escáner de la columna vertebral (L1-L4), el sujeto tiene que acostarse extendido sobre la explanada de exploración del DEXA en posición supina, donde se le pone una almohada debajo de la cabeza y posteriormente se le doblan las piernas en un ángulo de 90° en la cadera y las rodillas, descansando estas mismas en una almohadilla suave en forma de cubo, por lo que el sujeto no sintió nada durante el escáner, solicitándole al mismo tiempo permanecer quieto y sin hablar durante este proceso (Figura 6).



*Figura 6.* Posición del paciente para una exploración de la columna lumbar.

Para el escáner de la cadera el sujeto continuó acostado extendido sobre la explanada de exploración del DEXA sin moverse y con las piernas extendidas tal como lo muestra la figura 7, donde el paciente debe colocar los pies sobre un accesorio plástico del DEXA, el cual tiene una forma triangular y se coloca entre las piernas al nivel de los tobillos, facilitando de esta manera la posición para realizar la medición, ya que se le midió la pierna no diestra, y esta a su vez debió inclinarla un poco hacia dentro, manteniendo esa posición sujeto de los pies al accesorio mencionado con unas bandas durante el escáner, al mismo tiempo se le pidió mantener los brazos cruzados sobre el pecho, lo más quieto posible y sin hablar durante la medición, informándole por último que no sentiría nada durante este proceso (NHANES, 2007).



*Figura 7.* Posición del paciente para una exploración de la cadera izquierda

Estas mediciones se realizarán dos veces a lo largo de un macrociclo de entrenamiento que tiene como objetivo el nacional universitario 2017, donde la primera medición se realizó a finales de septiembre del 2016, finalizando con una segunda medición a finales de abril del año 2017 (siete meses después de la primera medición).

### 2.3.2 Nivel de Actividad Física

Para sacar la correlación entre el CMO, la DMO y el nivel de actividad física, este se estimó por medio del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) versión corta (Actividad física en los últimos 7 días) elaborada a partir de la versión larga estandarizada, disponible para uso con jóvenes y adultos de entre 15 y 69 años de edad (Bianchini de Quadros, Petroski, Santos-Silva, y Pinheiro-Gordia, 2009; INNSZ, 2000; IPAQ, 2002). El protocolo de puntuación se dividió en tres niveles tal y como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5.

*Protocolo de puntuación para el nivel de actividad física*

Categoría 1 (Baja).	Categoría 2 (Moderado).	Categoría 3 (Alta).
Es considerado el nivel más bajo de actividad física, corresponde a aquellas personas que no cumplen con los criterios establecidos por la categoría 2 y 3, por lo que se considera bajo o inactivo.	Corresponde a cualquiera de los tres criterios siguientes:	Corresponde a cualquiera de los siguientes 2 criterios:
	3 o más días de actividad vigorosa de al menos 20 minutos por día.	Actividad física intensa de al menos 3 días con una acumulación de al menos 1500 METs-minuto/semana.
	5 o más días de actividad de intensidad moderada o caminar por lo menos 30 minutos por día.	7 o más días de cualquier combinación, ya sea caminar, de intensidad moderada o vigorosa, corresponde a actividades con intensidades que logren un mínimo de al menos 3000 METs-minuto/semana.
	5 o más días de cualquier tipo de caminata de intensidad moderada o vigorosa, corresponde a actividades con intensidades que logren un mínimo de al menos 600 METs - min / semana.	

*Nota:* Se sugiere expresar los resultados como METs-minuto por semana (IPAQ, 2005a).

### **2.3.3 Estimación de Ingesta nutricional**

Se aplicó la encuesta del recordatorio de 24 horas (R24H) diseñado y validado en población mexicana (Ortega, Quizán, Morales, y Preciado, 1999), el cual se utilizó para estimar la ingesta de calcio y proteína en los sujetos (Anexo A).

La entrevista requirió un aproximado de mínimo 20 minutos, donde se les interrogó de manera consecutiva su consumo de alimentos en las últimas 24 horas previas al momento de la entrevista. Se utilizaron modelos de plástico de porciones de alimentos y réplicas de utensilios previamente pesados y validados para que se les facilite a los sujetos entrevistados, poder estimar con mayor exactitud las raciones consumidas, además de algún alimento agregado o untado que pudiese representar la ingesta de calorías ocultas (Zambrano, Colina, Valero, Herrera, y Valero, 2013). Los datos de consumo obtenidos se procesaron en una base de datos de composición de alimentos, para estimar el consumo de los nutrimentos de interés.

Se realizaron dos entrevistas del R24H directas a la semana, sólo en la primera y segunda medición del DEXA, esto con la finalidad de estimar la ingesta de calcio y proteína al momento de realizar la densitometría a todos los participantes, dado que la ingesta de calcio y proteína es considerada solo una variable de ajuste. Esta a su vez fue realizada por el mismo personal quien fue previamente entrenado y estandarizado para la aplicación del R24H (Monroy et al., 2014).

### **2.3.4 Índice de Masa Corporal.**

Se midió la estatura de pie (cm), con un estadiómetro mecánico telescópico, marca Seca, modelo 222, con un rango de medición de hasta 230 cm y 1 mm de precisión (Seca, 2016). El peso corporal (kg), con una báscula, marca AND, modelo HV-200KGL con una tolerancia de hasta 220 kg (A&D Company, Limited, 2002). Los sujetos se midieron vistiendo solo ropa interior o pantalón corto del

licra; esto para posteriormente determinar el IMC utilizando la fórmula propuesta por Quetelet (1835), mediante la relación del peso en kilogramos dividido entre la talla en metros elevado al cuadrado [IMC = peso (kg) / Estatura (m<sup>2</sup>)], donde se utilizaron como puntos de referencia según los criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud tal y como se muestra en la tabla 6 (Laguna, 2005; OMS, 2016; Moreno , 2012).

Tabla 6

*Clasificación de la obesidad según la OMS*

Clasificación	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Riesgo asociado a la salud
Bajo Peso	<18.5	
Peso normal	18.5 - 24.9	Promedio
Exceso de peso	≥ 25	
Sobrepeso o Pre obeso	25 - 29.9	Aumentado
Obesidad Grado I o moderada	30 - 34.9	Aumentado moderado
Obesidad Grado II o severa	35 - 39.9	Aumentado severo
Obesidad Grado III o mórbida	≥ 40	Aumento muy severo

### 2.3.5 Criterios de Inclusión

- Deportistas del género varón pertenecientes al equipo representativo de la Universidad Estatal de Sonora.
- Deportistas que hayan cumplido con su entrenamiento de manera habitual (por lo menos un 70% de la asistencia a sus sesiones de entrenamiento)
- Sujetos que hayan aceptado la invitación en el presente proyecto de investigación, firmando una carta de consentimiento informado (Anexo B).
- Para el grupo control se consideraron jóvenes universitarios que no pertenecieran a ningún equipo representativo y/o que no realicen ningún tipo de actividad deportiva durante el tiempo que dure el estudio.

### **2.3.6 Criterios de Exclusión**

- Deportistas que presenten alguna lesión, ya que esto puede impedir asistir de manera habitual a sus entrenamientos, afectando el resultado esperado.
- Sujetos que no sean constantes en sus sesiones de entrenamiento.

### **2.3.7 Procedimiento de Estudio**

Las mediciones se realizaron al inicio y al final de un macrociclo de entrenamiento. Los programas de béisbol y voleibol deben tener como competencia fundamental el nacional universitario 2017, con la finalidad de que el programa de entrenamiento de todos tenga una misma duración, por lo tanto, estas mediciones se realizaron de la siguiente manera.

- Se realizó la primera medición del CMO y la DMO a finales de septiembre del año 2016, esto cuando apenas da inicio la temporada de entrenamiento y vienen de un periodo de descanso, esta medición se realizaron por medio de la DEXA en el Centro de Investigación de Alimentación y Desarrollo (CIAD), se trasladaron los participantes a dicho centro antes mencionado, donde se les solicitó de manera voluntaria firmar la carta de consentimiento informado y a su vez se les aplicó el cuestionario internacional de actividad física versión corta, seguido de un cuestionario de 24 horas aplicado por tres encuestadores.
- Se realizó una segunda y última medición del contenido y la DMO por medio de la DEXA a finales de abril del 2017, ya que aproximadamente en estas fechas el macrociclo de entrenamiento se encuentra en el periodo competitivo en estas disciplinas (béisbol y voleibol universitario, por lo que la intensidad del entrenamiento debe estar en sus niveles más altos. El protocolo de recolección de datos fue el mismo que en la primera medición.

### 2.3.8 Procesamiento de los datos

Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete estadístico SPSS/PC (Statistics v23.0; Boustani y Goudarzi, 2018). Se utilizó prueba de Shapiro-Wilk para muestras menores de 50 y así garantizar que todos los datos tuvieran una distribución normal ( $p > .05$ ). Las medias y desviaciones estándar se utilizaron como estadística descriptiva para las variables de CMO, DMO, nivel de actividad física (IPAQ), peso corporal, índice de masa corporal (IMC), e ingesta de calcio y proteína (R24H).

Después de haberse comprobado el supuesto de normalidad de los datos, se procedió con las pruebas paramétricas. En primer lugar, se realizó la prueba “t” de student para muestras relacionadas (intragrupales), para comparar el grado de significancia de los cambios entre la medición inicial y la medición final del CMO, DMO, nivel de actividad física (IPAQ), peso corporal, índice de masa corporal (IMC), e ingesta de calcio y proteína (R24H), considerando como significativos los valores que presentaron un valor  $p < .05$ .

En segundo lugar, se compararon entre los grupos mediante el análisis de varianza (ANOVA), con una prueba de post hoc de Tukey para identificar cualquier diferencia significativa entre grupos para todas las variables, esto se realizó tanto para la medición inicial, como para la medición final, considerando significativos a los valores con una  $p < .05$ . También se llevó a cabo la prueba de correlación de Pearson entre las variables de estudio.

## **Capítulo 3. Resultados**

### **3.1 Datos Generales**

#### **3.1.1 La muestra**

La muestra se conformó por 42 sujetos de 45 que fueron invitados a participar en la primera medición. Para el análisis se dividieron en tres grupos basados en el tipo de impacto, G1, G2 y G3.

Para la segunda medición, decidieron abandonar el proyecto 3 beisbolistas y un voleibolista, por lo que la muestra para los análisis y comparaciones finales de los resultados, culminó en 38 sujetos correspondientes a los mismos grupos de deportes antes mencionados en la primera medición G1, G2 y G3.

### **3.2 Mediciones Básicas**

#### **3.2.1 Edad de los participantes**

La edad se tomó en ambas mediciones, por lo que al ser promediadas, se pudo apreciar que los beisbolistas presentaron un rango de edad de 19 a 24 años ( $21.4 \pm 1.5$ ), los voleibolistas de 19 a 24 años ( $20.4 \pm 1.7$ ) y el grupo control, un rango de 20 a 24 años ( $21.9 \pm 1.4$ ), no obstante, se mostró un aumento significativo entre la medición inicial y la medición final para todos los grupos (tabla 7).

Al comparar la edad entre los grupos, en ambas mediciones, se pudo observar que no se presentaron diferencias significativas entre estos grupos ( $p > .05$ , tablas 8 y 9).

### **3.2.2 Peso Corporal de los participantes**

El peso corporal se tomó en ambas mediciones, y como puede observarse en la tabla 7, solo el grupo de los voleibolistas presentó un aumento significativo en la medición final.

Al comparar el peso corporal entre grupos, no se presentaron diferencias significativas en ambas mediciones ( $p > .05$ ; tablas 8 y 9).

### **3.2.3 Estatura de los participantes**

La estatura fue medida en metros en ambas mediciones, sin cambios significativos entre éstas, para todos los grupos ( $p > .05$ ; tablas 7 y 8).

### **3.2.4 Índice de Masa Corporal (IMC)**

El IMC promedio de cada grupo de participantes, en cada medición, mostró a los beisbolistas con sobrepeso, los voleibolistas pasaron de peso normal a sobrepeso, y en el caso del grupo control con peso normal en ambas mediciones, según la clasificación de la OMS. Sólo los voleibolistas presentaron un aumento significativo ( $p > .05$ ) entre la medición inicial y la medición final (tabla 7).

No se encontraron diferencias significativas en el IMC entre los grupos de estudio, en la medición inicial ( $p > .05$ ; tabla 8). En la medición final los beisbolistas presentaron un IMC significativamente mayor ( $p < .05$ ) que los del grupo de control (tabla 9).

Tabla 7

*Comparación de mediciones básicas entre mediciones por grupo*

Grupos (N = 38)	Variable	Medición inicial	Medición final	<i>p</i>
		Media ± DE	Media ± DE	
Beisbolistas (n = 12)				
	Edad (años)	21.1 ± 1.6 <sup>b</sup>	21.7 ± 1.5 <sup>a</sup>	0.002
	Peso (kg)	80.62 ± 12.26	82.65 ± 13.18	0.553
	Estatura (m)	1.72 ± 0.07	1.72 ± 0.06	0.692
	IMC - (kg/m <sup>2</sup> )	26.6 ± 3.4	28.1 ± 4.1	0.118
Voleibolistas (n = 11)				
	Edad (años)	20.0 ± 1.7 <sup>b</sup>	20.7 ± 1.7 <sup>a</sup>	0.000
	Peso (kg)	77.74 ± 14.71 <sup>b</sup>	80.30 ± 16.53 <sup>a</sup>	0.017
	Estatura (m)	1.77 ± 0.06	1.77 ± 0.62	0.246
	IMC - (kg/m <sup>2</sup> )	24.7 ± 3.5 <sup>a</sup>	25.5 ± 3.9 <sup>b</sup>	0.011
Grupo Control (n = 15)				
	Edad (años)	21.4 ± 1.1 <sup>b</sup>	21.7 ± 1.3 <sup>a</sup>	0.038
	Peso (kg)	74.26 ± 9.86	75.22 ± 9.78	0.176
	Estatura (m)	1.74 ± 0.07	1.74 ± 0.07	0.424
	IMC - (kg/m <sup>2</sup> )	23.8 ± 2.7	24.1 ± 2.7	0.274

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; m = metros; kg/m<sup>2</sup> = Kilogramos por metros cuadrados; Prueba t de student para una muestra entre las mediciones. Diferencias significativas *p* < .05. <sup>a</sup> > <sup>b</sup> Diferencias entre el mismo grupo.

Tabla 8

*Comparación de mediciones básicas entre grupo para la medición inicial*

Variable	Béisbol (n=12)	Voleibol (n=11)	Control (n=15)	<i>p</i>
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	
Edad (años)	21.1 ± 1.6	20.0 ± 1.7	21.4 ± 1.1	0.106
Peso (kg)	80.62 ± 12.26	77.74 ± 14.71	74.26 ± 9.86	0.439
Estatura (m)	1.72 ± 0.07	1.77 ± 0.06	1.74 ± 0.07	0.298
IMC - (kg/m <sup>2</sup> )	26.6 ± 3.4	24.7 ± 3.5	23.8 ± 2.7	0.228

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; m = metros; kg/m<sup>2</sup> = Kilogramos por metros cuadrados; Prueba ANOVA, prueba intergrupala. Diferencias significativas *p* < .05. <sup>a</sup> > <sup>b</sup> Diferencias entre grupos en la misma medición.

Tabla 9

Comparación de mediciones básicas entre grupo para la medición final

Variable	Béisbol (n=12)	Voleibol (n=11)	Control (n=15)	<i>p</i>
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	
Edad (años)	21.7 ± 1.5	20.7 ± 1.7	21.7 ± 1.3	0.120
Peso (kg)	82.65 ± 13.18	80.3 ± 16.53	75.22 ± 9.78	0.128
Estatura (m)	1.72 ± 0.06	1.77 ± 0.62	1.74 ± 0.07	0.273
IMC - (kg/m <sup>2</sup> )	28.1 ± 4.1 <sup>a</sup>	25.5 ± 3.9 <sup>ab</sup>	24.1 ± 2.7 <sup>b</sup>	0.011

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; m = metros; kg/m<sup>2</sup> = Kilogramos por metros cuadrados; Prueba ANOVA, prueba intergrupar. Diferencias significativas *p* < .05. <sup>a</sup> > <sup>b</sup> Diferencias entre grupos en la misma medición.

### 3.3 Experiencia deportiva y actividad física.

#### 3.3.1 Iniciación deportiva.

Se consideró la edad de iniciación deportiva y se observó que los beisbolistas iniciaron entre los 3 y los 15 años de edad y los voleibolistas entre los 11 y los 15 años de edad (tabla 10). En el caso del grupo control, estos carecían de historial deportivo, por lo que no se incluyeron en este apartado.

#### 3.3.2 Años de entrenamiento

Los beisbolistas presentaron entre 5 y 17 años de entrenamiento, mientras que los voleibolistas entre 4 a 8 años de práctica deportiva. Al comparar los años de entrenamiento entre los deportes, los beisbolistas presentaron un promedio significativamente mayor (*p*<.05) al de los voleibolistas (tabla 10).

Tabla 10

Comparación entre grupo para los antecedentes de actividad física

Variable	Béisbol (n=12)	Voleibol (n=11)	<i>p</i>
	Media ± DE	Media ± DE	
Iniciación Deportiva (Edad)	7.0 ± 3.4 <sup>b</sup>	13.1 ± 1.3 <sup>a</sup>	0.000
Años de Entrenamiento	12.7 ± 3.8 <sup>a</sup>	6.4 ± 1.6 <sup>b</sup>	0.000

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; Prueba ANOVA, prueba intergrupar. Diferencias significativas *p* < .05. <sup>a</sup> > <sup>b</sup> Diferencias entre grupos en la misma medición.

### 3.3.3 Entrenamiento semanal y nivel de actividad física

Los valores de horas (h) de entrenamiento a la semana y nivel de actividad física (Mets) se contemplaron en ambas mediciones. Se promediaron los resultados de ambas mediciones para estas dos variables, por lo que se pudo observar que estas se mantuvieron desde el principio hasta el final del estudio, tal como se puede apreciar en los beisbolistas, con un promedio de 12 horas, realizando 4 horas por día (dos horas de trabajo con pesas y dos horas en el campo de beisbol), 3 veces a la semana, con un nivel de actividad física alto (tabla 11).

Los voleibolistas presentaron un promedio de ocho horas de entrenamiento a la semana (dos horas, de lunes a jueves), con un nivel de actividad física alto (tabla 11). El grupo control presentó un nivel de actividad física moderado según el cuestionario internacional de actividad física (tabla 11), esto a pesar que no eran personas activas, desde el punto de vista deportivo. Las horas de entrenamiento y el nivel de actividad física se mantuvieron entre mediciones, tal como se muestra en la tabla 11 ( $p > .05$ ).

Tabla 11

#### *Comparación entre mediciones por grupo*

Grupos (N = 38)	Variable	Medición inicial Media $\pm$ DE	Medición final Media $\pm$ DE	<i>p</i>
Beisbolistas (n = 12)				
	Entrenamiento semanal (h)	12.00 $\pm$ 0.00	12.00 $\pm$ 0.00	
	Nivel de AF (Mets )	4.468 $\pm$ 1.202	4.556 $\pm$ 1.150	0.831
Voleibolistas (n = 11)				
	Entrenamiento semanal (h)	8.00 $\pm$ 0.00	8.00 $\pm$ 0.00	
	Nivel de AF (Mets )	5.029 $\pm$ 941	4.742 $\pm$ 1.258	0.539
Grupo Control (n = 15)				
	Entrenamiento semanal (h)	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	
	Nivel de AF (Mets )	1.964 $\pm$ 850	2.538 $\pm$ 1.483	0.080

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; h = horas; Mets = Índice de gasto metabólico; Prueba t de student para una muestra, entre mediciones. Diferencias significativas  $p < .05$ . a > b Diferencias entre el mismo grupo.

Al comparar el nivel de actividad física entre grupos para ambas mediciones, se pudo observar que no se presentaron diferencias significativas entre voleibolistas y beisbolistas ( $p > .05$ ), no obstante, si se presentaron niveles de actividad física significativamente altos entre los deportistas y el grupo control (tablas 12 y 13).

Tabla 12

*Comparación entre grupo para el nivel de actividad física y horas de entrenamiento de la medición inicial*

Variable	Béisbol (n=12)	Voleibol (n=11)	Control (n=15)	<i>p</i>
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	
Entrenamiento semanal (h)	12.00 ± 0.00	8.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	
Nivel de AF (Mets)	4,468 ± 1,202 <sup>a</sup>	5,029 ± 941 <sup>a</sup>	1,964 ± 850 <sup>b</sup>	0.000

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; h = horas; Mets = Índice de gasto metabólico; Prueba ANOVA, prueba intergrupar. Diferencias significativas  $p < .05$ . <sup>a</sup> > <sup>b</sup> Diferencias entre grupos en la misma medición.

Tabla 13

*Comparación entre grupo para el nivel de actividad física y horas de entrenamiento de la medición final.*

Variable	Béisbol (n=12)	Voleibol (n=11)	Control (n=15)	<i>p</i>
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	
Entrenamiento semanal (h)	12.00 ± 0.00	8.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	
Nivel de AF (Mets)	4,556 ± 1,150 <sup>a</sup>	4,742 ± 1,258 <sup>a</sup>	2,538 ± 1,483 <sup>b</sup>	0.000

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; h = horas; Mets = Índice de gasto metabólico; Prueba ANOVA, prueba intergrupar. Diferencias significativas  $p < .05$ . <sup>a</sup> > <sup>b</sup> Diferencias entre grupos en la misma medición.

### 3.4 Ingesta nutricional

#### 3.4.1 Ingesta de calcio

La ingesta de calcio se estimó tanto en la medición inicial como en la medición final, por lo que, al promediar los resultados de las dos mediciones, se pudo observar que los beisbolistas ( $n = 12$ ) consumían entre 206 y 1,354 mg (709

± 343) mg/día. Los voleibolistas presentaron una ingesta de calcio entre mediciones de 347 a 1,177 mg (775 ± 279) mg/día. El grupo control, presentó una ingesta de calcio de entre 318 y 1,504 mg (848 ± 351) mg/día. No se encontraron diferencias significativas entre la medición inicial y la medición final ( $p > .05$ ; tabla 14).

### 3.4.2 Ingesta de proteína

La ingesta de proteína se estimó en ambas mediciones en gramos por kg de peso corporal (g/kg), por lo que, al estimar las medias de éstas, se pudo observar que los beisbolistas presentaban una ingesta de entre 0.2 y 1.7 g/kg de ingesta de proteína diaria para la medición inicial y de entre 0.4 y 2.2 g/ kg para la segunda medición. Los voleibolistas presentaron una ingesta de proteína de entre 0.7 y 1.8 g/kg para la medición inicial y de entre 0.4 y 1.2 g/kg para la medición final. El grupo control presentó una ingesta de proteína de entre 0.7 y 2.5 g/kg para la medición inicial y de entre 0.2 y 1.7 g/kg para la medición final. No se encontraron diferencias significativas entre la medición inicial y la medición final (tabla 14).

Tabla 14

*Comparación de ingesta calcio y proteína entre mediciones*

Grupos (N = 38)	Variable	Medición inicial	Medición final	$p$
		Media ± DE	Media ± DE	
Beisbolistas (n = 12)				
	Ingesta de Calcio (mg / d)	740.01 ± 338.01	721.25 ± 363.24	0.852
	Ingesta de Proteína (g / kg / d)	0.9 ± 0.4	1.2 ± 0.7	0.117
Voleibolistas (n = 11)				
	Ingesta de Calcio (mg / d)	889.73 ± 260.77	800.34 ± 285.28	0.248
	Ingesta de Proteína (g / kg / d)	1.3 ± 0.5	0.8 ± 0.3	0.099
Grupo Control (n = 15)				
	Ingesta de Calcio (mg / d)	785.48 ± 308.11	932.13 ± 380.07	0.268
	Ingesta de Proteína (g / kg / d)	1.4 ± 0.5	1.2 ± 0.4	0.391

*Nota:* DE = Desviación Estándar;  $p$  = Valor de Significancia; mg/d = miligramos por día; g/kg/d = gramos por kilogramos de peso corporal por día; Prueba *t student* para una muestra, entre mediciones. Diferencias significativas  $p < .05$ . <sup>a</sup> > <sup>b</sup> Diferencias entre el mismo grupo.

Al comparar la ingesta de calcio y proteínas entre los grupos, no se presentaron diferencias significativas en la medición inicial (tabla 15) ni en la final (tabla 16).

Tabla 15

*Comparación entre grupos para la ingesta calcio y proteína de la medición inicial.*

Variable	Béisbol (n=12)	Voleibol (n=11)	Control (n=15)	<i>p</i>
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	
Ingesta de Calcio (mg/d)	740.01 ± 338.01	889.73 ± 260.77	785.48 ± 308.11	0.572
Ingesta de Proteína (g/kg/d)	0.9 ± 0.4	1.3 ± 0.5	1.4 ± 0.5	0.066

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; mg / d = miligramos por día; g/kg/d = gramos por kilogramos de peso corporal por día; Prueba ANOVA, prueba intergrupar. Diferencias significativas  $p < .05$ . <sup>a</sup> > <sup>b</sup> Diferencias entre grupos en la misma medición.

Tabla 16

*Comparación entre grupo para la ingesta nutricional de la medición final*

Variable	Béisbol (n=12)	Voleibol (n=11)	Control (n=15)	<i>p</i>
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	
Ingesta de Calcio (mg/d)	721.25 ± 363.24	800.34 ± 285.28	932.13 ± 380.07	0.177
Ingesta de Proteína (g/kg/d)	1.2 ± 0.7	0.8 ± 0.3	1.2 ± 0.4	0.173

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; mg/d = miligramos por día; g/kg/d = gramos por kilogramos de peso corporal por día; Prueba ANOVA, prueba intergrupar. Diferencias significativas  $p < .05$ . <sup>a</sup> > <sup>b</sup> Diferencias entre grupos en la misma medición.

### 3.5 Contenido Mineral Óseo

#### 3.5.1 CMO entre mediciones

Los beisbolistas no presentaron cambios significativos del CMO en los distintos segmentos óseos evaluados al comparar la medición inicial con la medición final (tabla 17).

Tabla 17

*Comparación del CMO entre mediciones, de los beisbolistas*

Sección del CMO	Medición Inicial	Medición Final	<i>p</i>
	Media ± DE	Media ± DE	
Brazo Izquierdo (g)	191.24 ± 24.66	193.13 ± 26.00	0.744
Brazo Derecho (g)	216.24 ± 26.87	217.52 ± 24.53	0.823
Pierna Izquierda (g)	558.2 ± 72.62	575.59 ± 77.68	0.296
Pierna Derecha (g)	573.2 ± 80.45	566.4 ± 81.92	0.460
Región lumbar (g)	72.66 ± 13.01	72.51 ± 13.09	0.911
Cuello de Fémur (g)	5.89 ± 0.73	5.94 ± 0.76	0.328
Cuerpo Completo (g)	2,864.23 ± 340.35	2,889.19 ± 353.21	0.570

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; g = gramos; *Prueba t student* para una muestra, entre mediciones. Diferencias significativas  $p < .05$ . <sup>a</sup> > <sup>b</sup> Diferencias entre el mismo grupo.

Los voleibolistas, presentaron un aumento significativo del CMO en el cuerpo completo (tabla 18).

Tabla 18

*Comparación entre mediciones del CMO para los voleibolistas*

Sección del CMO	Medición Inicial	Medición Final	<i>p</i>
	Media ± DE	Media ± DE	
Brazo Izquierdo (g)	182.5 ± 27.64	184.79 ± 27.78	0.188
Brazo Derecho (g)	198.78 ± 36.64	196.64 ± 35.76	0.574
Pierna Izquierda (g)	557.09 ± 111.4	571.42 ± 109.22	0.231
Pierna Derecha (g)	562.32 ± 99.41	556.84 ± 101.1	0.278
Región lumbar (g)	71.32 ± 9.21	70.57 ± 8.98	0.485
Cuello de Fémur (g)	5.88 ± 0.68	5.96 ± 0.72	0.550
Cuerpo Completo (g)	2,781.75 ± 423.67 <sup>b</sup>	2,822.49 ± 397.04 <sup>a</sup>	0.039

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; g = gramos; *Prueba t student* para una muestra, entre mediciones. Diferencias significativas  $p < .05$ . <sup>a</sup> > <sup>b</sup> Diferencias entre el mismo grupo.

En el grupo control no se presentaron cambios significativos en ninguna de las regiones óseas evaluadas (tabla 19).

Tabla 19

*Comparación entre mediciones del CMO para el grupo control*

Sección del CMO	Medición Inicial		Medición Final		<i>p</i>
	Media ± DE		Media ± DE		
Brazo Izquierdo (g)	166.85 ± 18.59		169.83 ± 18.78		0.141
Brazo Derecho (g)	173.80 ± 21.22		175.63 ± 21.39		0.094
Pierna Izquierda (g)	504.65 ± 94.85		496.06 ± 75.05		0.287
Pierna Derecha (g)	488.02 ± 76.11		494.65 ± 80.72		0.301
Región lumbar (g)	57.75 ± 8.66		58.49 ± 9.50		0.331
Cuello de Fémur (g)	4.83 ± 0.61		4.93 ± 0.76		0.112
Cuerpo Completo (g)	2,491.73 ± 288.79		2,508.08 ± 269.53		0.186

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; g = gramos; *Prueba t student* para una muestra, entre mediciones. Diferencias significativas  $p < .05$ . <sup>a</sup> > <sup>b</sup> Diferencias entre el mismo grupo.

### 3.5.2 CMO entre extremidades del mismo grupo

Se comparó el CMO, tanto en las extremidades superiores como en las extremidades inferiores. La comparación mostró que, tanto en la medición inicial como en la medición final, el CMO de las extremidades superiores es más elevado en el lado derecho, respecto al lado izquierdo, en los tres grupos de participantes estudiados (tabla 20).

Tabla 20

*Comparación del CMO entre extremidades superiores del mismo grupo*

CMO las extremidades superiores	Medición Inicial		<i>p</i>	Medición Final		<i>p</i>
	Izquierdo	Derecho		Izquierdo	Derecho	
Béisbol (n = 12)	191.24 ± 24.66	216.24 ± 26.87	0.000 **	193.13 ± 26.00	217.52 ± 24.53	0.012 *
Voleibol (n = 11)	182.5 ± 27.64	198.78 ± 36.64	0.003 **	184.79 ± 27.78	196.64 ± 35.76	0.040 *
Grupo Control (n = 15)	166.85 ± 18.59	173.80 ± 21.22	0.032 *	169.83 ± 18.78	175.63 ± 21.39	0.006 **

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; *Prueba t de student* para una muestra, entre extremidades. Diferencias significativas  $p < .05$ ; Diferencias significativas  $p < 0.001$  \*\* Diferencias entre el mismo grupo.

En las extremidades inferiores, solo el grupo control presentó valores más elevados en el CMO de las extremidades del lado izquierdo, respecto al lado derecho, en la medición inicial del estudio. Los beisbolistas y los voleibolistas no presentaron diferencias significativas entre las extremidades inferiores izquierda y derecha, dentro de cada grupo, en ninguna de las dos mediciones (tabla 21)

Tabla 21

Comparación del CMO entre extremidades inferiores del mismo grupo

CMO de las extremidades inferiores	Medición Inicial		<i>p</i>	Medición Final		<i>p</i>
	Izquierdo	Derecho		Izquierdo	Derecho	
Béisbol (n = 12)	558.2 ± 72.62	573.2 ± 80.45	0.155	575.59 ± 77.68	566.4 ± 81.92	0.504
Voleibol (n = 11)	557.09 ± 111.4	562.32 ± 99.41	0.481	571.42 ± 109.22	556.84 ± 101.1	0.073
Grupo Control (n =15)	504.65 ± 94.85	488.02 ± 76.11	0.020 *	496.06 ± 75.05	494.65 ± 80.72	0.573

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; Prueba *t de student* para una muestra, entre extremidades. Diferencias significativas  $p < .05$  \*

### 3.6 Densidad Mineral Ósea

#### 3.6.1 DMO entre mediciones

Dentro del objetivo general fue evaluar el comportamiento de la DMO de las extremidades superiores e inferiores, así como de la región lumbar (L1-L4), cuello de fémur y cuerpo completo, esto al inicio y al final de un macrociclo de entrenamiento de voleibol y béisbol, en busca de un aumento de la DMO en función del tipo de actividad.

Los beisbolistas no presentaron diferencias significativas en la DMO entre mediciones, es decir, la DMO de los distintos segmentos evaluados se mantuvo sin ningún cambio significativo (tabla 22).

Tabla 22

*Comparación entre mediciones de la DMO para los beisbolistas*

Sección de la DMO	Primera Medición	Segunda Medición	<i>p</i>
	Media ± DE	Media ± DE	
Brazo Izquierdo (g/cm <sup>2</sup> )	0.879 ± 0.063	0.869 ± 0.062	0.606
Brazo Derecho (g/cm <sup>2</sup> )	0.954 ± 0.086	0.922 ± 0.080	0.102
Pierna Izquierda (g/cm <sup>2</sup> )	1.406 ± 0.073	1.435 ± 0.083	0.096
Pierna Derecha (g/cm <sup>2</sup> )	1.464 ± 0.090	1.472 ± 0.069	0.560
Región lumbar (g/cm <sup>2</sup> )	1.127 ± 0.123	1.120 ± 0.110	0.315
Cuello de Fémur (g/cm <sup>2</sup> )	1.151 ± 0.079	1.149 ± 0.066	0.764
Cuerpo completo (g/cm <sup>2</sup> )	1.267 ± 0.084	1.278 ± 0.071	0.428

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; g/cm<sup>2</sup> = gramos por centímetro cuadrado; Prueba *t de student* para una muestra, entre mediciones. Diferencias significativas *p*<.05. <sup>a</sup> > <sup>b</sup> Diferencias entre el mismo grupo.

En los voleibolistas se observó un aumento significativo de la DMO sólo en la región lumbar (tabla 23).

Tabla 23

*Comparación entre mediciones de la DMO para los voleibolistas*

Sección de la DMO	Medición Inicial	Medición Final	<i>p</i>
	Media ± DE	Media ± DE	
Brazo Izquierdo (g/cm <sup>2</sup> )	0.808 ± 0.040	0.809 ± 0.043	0.845
Brazo Derecho (g/cm <sup>2</sup> )	0.838 ± 0.071	0.837 ± 0.071	0.175
Pierna Izquierda (g/cm <sup>2</sup> )	1.287 ± 0.088	1.284 ± 0.077	0.559
Pierna Derecha (g/cm <sup>2</sup> )	1.325 ± 0.091	1.324 ± 0.098	0.986
Región lumbar (g/cm <sup>2</sup> )	1.043 ± 0.118 <sup>b</sup>	1.061 ± 0.117 <sup>a</sup>	0.033
Cuello de Fémur (g/cm <sup>2</sup> )	1.069 ± 0.082	1.086 ± 0.091	0.090
Cuerpo completo (g/cm <sup>2</sup> )	1.180 ± 0.068	1.192 ± 0.075	0.524

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; g/cm<sup>2</sup> = gramos por centímetro cuadrado; Prueba *t de student* para una muestra, entre mediciones. Diferencias significativas *p*<.05. <sup>a</sup> > <sup>b</sup> Diferencias entre el mismo grupo.

En el grupo control, se observó una disminución significativa de la DMO en la pierna izquierda (tabla 24).

Tabla 24

*Comparación entre mediciones de la DMO para el grupo control*

Sección de la DMO	Primera Medición	Segunda Medición	<i>p</i>
	Media ± DE	Media ± DE	
Brazo Izquierdo (g/cm <sup>2</sup> )	0.789 ± 0.068	0.798 ± .053	0.523
Brazo Derecho (g/cm <sup>2</sup> )	0.810 ± .059	0.820 ± .051	0.529
Pierna Izquierda (g/cm <sup>2</sup> )	1.295 ± 0.127 <sup>a</sup>	1.264 ± 0.106 <sup>b</sup>	0.027
Pierna Derecha (g/cm <sup>2</sup> )	1.319 ± 0.118	1.308 ± 0.096	0.257
Región lumbar (g/cm <sup>2</sup> )	0.937 ± 0.114	0.947 ± 0.106	.054
Cuello de Fémur (g/cm <sup>2</sup> )	0.963 ± 0.122	0.966 ± 0.128	0.724
Cuerpo completo (g/cm <sup>2</sup> )	1.167 ± 0.082	1.160 ± 0.074	0.511

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; g/cm<sup>2</sup> = gramos por centímetro cuadrado; Prueba *t de student* para una muestra, entre mediciones. Diferencias significativas *p*<.05. <sup>a</sup> > <sup>b</sup> Diferencias entre el mismo grupo.

### 3.6.2 DMO entre grupos

En la medición inicial los beisbolistas presentaron una DMO significativamente más alta que el grupo control en las extremidades superiores, al igual que la región lumbar y cuello de fémur. En el caso de los voleibolistas presentaron una DMO significativamente más alta que el grupo control en cuello de fémur (tabla 25).

Tabla 25

*Comparación entre grupos de la DMO en medición Inicial*

Segmento	Béisbol (n=12)	Voleibol (n=11)	Control (n=15)	<i>p</i>
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	
Brazo Izquierdo (g/cm <sup>2</sup> )	0.879 ± 0.063 <sup>a</sup>	0.808 ± 0.040 <sup>ab</sup>	0.789 ± 0.068 <sup>b</sup>	0.010
Brazo Derecho (g/cm <sup>2</sup> )	0.954 ± 0.086 <sup>a</sup>	0.838 ± 0.071 <sup>ab</sup>	0.810 ± .059 <sup>b</sup>	0.002
Pierna Izquierda (g/cm <sup>2</sup> )	1.406 ± 0.073	1.287 ± 0.088	1.295 ± 0.127	0.245
Pierna Derecha (g/cm <sup>2</sup> )	1.464 ± 0.090	1.325 ± 0.091	1.319 ± 0.118	0.092
Región lumbar (g/cm <sup>2</sup> )	1.127 ± 0.123 <sup>a</sup>	1.043 ± 0.118 <sup>ab</sup>	0.937 ± 0.114 <sup>b</sup>	0.028
Cuello de Fémur (g/cm <sup>2</sup> )	1.151 ± 0.079 <sup>a</sup>	1.069 ± 0.082 <sup>a</sup>	0.963 ± 0.122 <sup>b</sup>	0.001
Cuerpo completo (g/cm <sup>2</sup> )	1.267 ± 0.084	1.180 ± 0.068	1.167 ± 0.082	0.136

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; g/cm<sup>2</sup> = gramos por centímetro cuadrado; Prueba ANOVA, prueba intergrupar. Diferencias significativas *p*<.05. <sup>a</sup> > <sup>b</sup>, Diferencias entre grupos por región ósea.

En la medición final los beisbolistas presentan extremidades superiores e inferiores, cuello de fémur y cuerpo completo con una DMO significativamente más alta que el grupo control (*p* < .05), además presentaron el brazo y la pierna derecha con una DMO significativamente más alta que los voleibolistas. Los voleibolistas por su parte presentaron una DMO significativamente más alta en el cuello de fémur que el grupo control (tabla 26).

Tabla 26

*Comparación entre grupos de la DMO en la medición final*

Segmento	Béisbol (n=12)	Voleibol (n=11)	Control (n=15)	<i>p</i>
	Media ± MD	Media ± MD	Media ± MD	
Brazo Izquierdo (g/cm <sup>2</sup> )	0.869 ± 0.062 <sup>a</sup>	0.809 ± 0.043 <sup>ab</sup>	0.798 ± .053 <sup>b</sup>	0.043
Brazo Derecho (g/cm <sup>2</sup> )	0.922 ± 0.080 <sup>a</sup>	0.837 ± 0.071 <sup>b</sup>	0.820 ± .051 <sup>b</sup>	0.004
Pierna Izquierda (g/cm <sup>2</sup> )	1.435 ± 0.083 <sup>a</sup>	1.284 ± 0.077 <sup>ab</sup>	1.264 ± 0.106 <sup>b</sup>	0.009
Pierna Derecha (g/cm <sup>2</sup> )	1.472 ± 0.069 <sup>a</sup>	1.324 ± 0.098 <sup>b</sup>	1.308 ± 0.096 <sup>b</sup>	0.005
Región lumbar (g/cm <sup>2</sup> )	1.120 ± 0.110	1.061 ± 0.117	0.947 ± 0.106	.057
Cuello de Fémur (g/cm <sup>2</sup> )	1.149 ± 0.066 <sup>a</sup>	1.086 ± 0.091 <sup>a</sup>	0.966 ± 0.128 <sup>b</sup>	0.001
Cuerpo completo (g/cm <sup>2</sup> )	1.278 ± 0.071 <sup>a</sup>	1.192 ± 0.075 <sup>ab</sup>	1.160 ± 0.074 <sup>b</sup>	0.042

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; g/cm<sup>2</sup> = gramos por centímetro cuadrado; Prueba ANOVA, prueba intergrupar. Diferencias significativas *p*<.05. <sup>a</sup> > <sup>b</sup>, Diferencias entre grupos por región ósea.

### 3.6.3 DMO entre extremidades del mismo grupo

En la medición inicial, los beisbolistas presentan su brazo derecha significativamente más denso que el brazo izquierdo, al igual que el grupo control ( $p < .05$ ). En la medición final, los voleibolistas presentan su brazo derecho significativamente más denso que el brazo izquierdo al igual que el grupo control ( $p < .05$ ; tabla 27).

Tabla 27

#### *Comparación de la DMO en extremidades superiores entre el mismo grupo*

DMO las extremidades superiores	Medición Inicial		$p$	Medición Final		$p$
	Izquierdo	Derecho		Izquierdo	Derecho	
Béisbol (n = 12)	0.879 ± 0.06	0.954 ± 0.09	0.002*	0.869 ± 0.06	0.922 ± 0.08	0.069
Voleibol (n = 11)	0.808 ± 0.04	0.838 ± 0.07	0.066	0.809 ± 0.04	0.837 ± 0.07	0.041*
Grupo Control (n = 15)	0.789 ± 0.07	0.810 ± 0.06	0.004*	0.798 ± .05	0.820 ± 0.05	0.008*

*Nota:* DE = Desviación Estándar;  $p$  = Valor de Significancia; Prueba *t de student* para una muestra, entre extremidades. Diferencias significativas  $p < .05$ . \*, Diferencias significativas  $p < 0.001$  \*\* Diferencias entre el mismo grupo.

Para la DMO de las extremidades inferiores los beisbolistas presentaron una DMO significativamente mayor en la pierna derecha para la medición inicial. Los voleibolistas presentaron una DMO significativamente más alta en su pierna derecha para ambas mediciones ( $p < .05$ ). El grupo control, también presentó una DMO significativamente más alta para la pierna derecha en ambas mediciones (tabla 28).

Tabla 28

#### *Comparación de la DMO en extremidades inferiores entre el mismo grupo*

DMO de las extremidades inferiores	Medición Inicial		$p$	Medición Final		$p$
	Izquierdo	Derecho		Izquierdo	Derecho	
Béisbol (n = 12)	1.406 ± 0.07	1.464 ± 0.09	0.014 *	1.435 ± 0.08	1.472 ± 0.07	0.069
Voleibol (n = 11)	1.287 ± 0.09	1.325 ± 0.09	0.002 *	1.284 ± 0.08	1.324 ± 0.10	0.034*
Grupo Control (n = 15)	1.295 ± 0.13	1.319 ± 0.12	0.004 *	1.264 ± 0.11	1.308 ± 0.10	0.001**

*Nota:* DE = Desviación Estándar;  $p$  = Valor de Significancia; Prueba *t de student* para una muestra, entre extremidades. Diferencias significativas  $p < .05$ . \*, Diferencias significativas  $p < 0.001$  \*\* Diferencias entre el mismo grupo.

### 3.7 Correlaciones

Se realizaron pruebas de correlación para el CMO y la DMO con las variables de ajuste para conocer el grado de asociación de estas. Las variables consideradas fueron la ingesta de calcio, ingesta de proteína, edad de iniciación deportiva, años practicando deporte, estatura, peso corporal, IMC, Nivel de Actividad Física y horas de entrenamiento. Las variables antes mencionadas se escogieron en base a lo que se considera en estudios similares a la presente investigación y que fueron revisados previamente. Las tablas que se muestran a continuación, solo presentan las variables que mostraron cierto grado de correlación con el CMO y la DMO de los segmentos evaluados en cada grupo y medición, de acuerdo al objetivo específico.

#### 3.7.1 CMO de los Beisbolistas, Medición Inicial

En el CMO en la medición inicial de los beisbolistas, la variable que presentó una correlación positiva fue el peso corporal, el cual se asocia en cinco de siete segmentos evaluados, los cuales corresponden al brazo izquierdo, pierna derecha y CMO total. En la tabla 29, se muestran otras variables que también presentaron una buena correlación con el CMO de los beisbolistas en la medición inicial.

Tabla 29

*Correlación de Pearson entre el CMO y variables de ajuste en la medición inicial de los beisbolistas*

Segmento del CMO (g)	Iniciación Deportiva		Estatura (m)		Peso (kg)		IMC (kg / m <sup>2</sup> )	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Brazo Izquierdo	0.268	0.401	0.519	0.084	0.801**	0.003	0.473	0.168
Brazo Derecho	0.334	0.289	0.406	0.190	0.696*	0.017	0.661*	0.037
Pierna Izquierda	0.400	0.197	0.542	0.069	0.710*	0.014	0.396	0.257
Pierna Derecha	0.250	0.434	0.589*	0.044	0.855**	0.001	0.507	0.135
Región lumbar	0.353	0.260	0.630*	0.028	0.548	0.081	0.237	0.510
Cuello de Fémur	0.620*	0.031	0.360	0.250	0.529	0.094	0.425	0.221
Cuerpo completo	0.386	0.216	0.523	0.081	0.769**	0.006	0.472	0.168

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; m = metros; kg = kilogramos; kg/m<sup>2</sup> kilogramos por metro cuadrado; g = gramos; \*\* La correlación

es significativa en el nivel .01 (bilateral); \* La correlación es significativa en el nivel .05 (bilateral);  $r$  = Correlación de Pearson.

### 3.7.2 DMO de los Beisbolistas, Medición Inicial

La DMO del brazo izquierdo, de la medición inicial, presentó una correlación significativa con el peso corporal. El brazo derecho, pierna derecha, región lumbar y DMO total (cuerpo completo), también presentaron valores significativos en el grado de correlación con el peso corporal. El brazo derecho, presentó valores significativos en relación al IMC (tabla 30).

Tabla 30

*Correlación de Pearson entre la DMO y variables de ajuste, en la medición inicial de los Beisbolistas*

Segmento del DMO (g/cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)		IMC (kg / m <sup>2</sup> )	
	$r$	$p$	$r$	$p$
Brazo Izquierdo	0.787**	0.004	0.567	0.087
Brazo Derecho	0.619*	0.042	0.688*	0.028
Pierna Izquierda	0.444	0.171	0.415	0.233
Pierna Derecha	0.635*	0.036	0.579	0.079
Región lumbar	0.613*	0.045	0.418	0.230
Cuello de Fémur	0.552	0.078	0.440	0.203
Cuerpo completo	0.605*	0.049	0.562	0.091

*Nota:* DE = Desviación Estándar;  $p$  = Valor de Significancia; kg = kilogramos; kg/m<sup>2</sup> = kilogramos por metro cuadrado; g/cm<sup>2</sup> = gramos por centímetro cuadrado; \*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral); \* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral);  $r$  = Correlación de Pearson.

### 3.7.3 CMO de los Beisbolistas, Medición Final

La estatura, el peso corporal y el nivel de actividad física, fueron las variables que presentaron correlaciones con el CMO del brazo izquierdo, pierna izquierda, pierna derecha, región lumbar y CMO cuerpo completo en la medición final de los beisbolistas (tabla 31).

Tabla 31

*Correlación de Pearson entre el CMO y variables de ajuste, en la medición final de los beisbolistas*

Segmento del CMO (g)	Estatura (m)		Peso (kg)		IPAQ - (Mets)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Brazo izquierdo	0.582*	0.047	0.590*	0.044	-0.351	0.264
Brazo derecho	0.372	0.234	0.322	0.307	-0.352	0.262
Pierna izquierda	0.574	.051	0.650*	0.022	-0.515	0.087
Pierna derecha	0.627*	0.029	0.729**	0.007	-0.199	0.536
Región lumbar	0.669*	0.017	0.251	0.431	-0.657*	0.020
Cuello de fémur	0.455	0.137	0.459	0.134	-0.412	0.183
Cuerpo completo	0.540	0.070	0.592*	0.042	-0.340	0.280

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; m = metros; kg = kilogramos; Mets = Índice de gasto metabólico; g = gramos; \*\* La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral); \* La correlación es significativa en el nivel .05 (bilateral); *r* = Correlación de Pearson.

### 3.7.4 DMO de los beisbolistas, medición final

En la medición final, la iniciación deportiva presentó una buena correlación con la DMO del cuello de fémur, no obstante, no se encontraron más correlaciones positivas en relación a las otras variables de ajuste (tabla 32).

Tabla 32

*Correlación de Pearson entre la DMO y variables de ajuste, en la medición final de los beisbolistas*

Segmento de la DMO (g / cm <sup>2</sup> )	Ing. de Proteínas (g)		Iniciación Deportiva		IPAQ - (Mets)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Brazo izquierdo	0.205	0.522	0.480	0.114	-0.364	0.244
Brazo derecho	-0.620*	0.032	0.280	0.378	-0.487	0.108
Pierna izquierda	-0.153	0.636	0.554	0.062	-0.492	0.104
Pierna derecha	-0.139	0.702	0.309	0.385	-0.291	0.414
Región lumbar	-0.342	0.277	0.365	0.244	-0.639*	0.025
Cuello de fémur	-0.422	0.172	0.649*	0.023	-0.487	0.109
Cuerpo completo	-0.324	0.305	0.554	0.062	-0.267	0.402

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; m = metros; kg = kilogramos; Mets = Índice de gasto metabólico; g = gramos; g/cm<sup>2</sup> = gramos por centímetro cuadrado; \*\* La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral); \* La correlación es significativa en el nivel .05 (bilateral); *r* = Correlación de Pearson.

### 3.7.5 CMO de los voleibolistas, medición inicial

En la medición inicial del CMO de los voleibolistas, se puede apreciar que el peso corporal presenta correlación con el CMO de la mayoría de los segmentos evaluados. La estatura también presentó en la mayoría de los casos una correlación positiva con el CMO de la mayoría de los segmentos evaluados. El IMC también se correlaciona positivamente con el CMO en la mayoría de los segmentos (tabla 33).

Tabla 33

*Correlación de Pearson entre el CMO y variables de ajuste, en la medición inicial de los voleibolistas*

Segmento del CMO (g)	Estatura (m)		Peso (kg)		IMC (kg/m <sup>2</sup> )	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Brazo Izquierdo	0.672*	0.023	0.805**	0.003	0.723*	0.012
Brazo Derecho	0.705*	0.015	0.856**	0.001	0.777**	0.005
Pierna Izquierda	0.703*	0.016	0.839**	0.001	0.761**	0.007
Pierna Derecha	0.687*	0.020	0.847**	0.001	0.786**	0.004
Región lumbar	0.896**	0.000	0.807**	0.003	0.613*	0.045
Cuello de Fémur	0.459	0.156	0.557	0.075	0.493	0.124
Cuerpo completo	0.780**	0.005	0.868**	0.001	0.759**	0.007

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; m = metros; kg = kilogramos; g = gramos; kg/m<sup>2</sup> = kilogramos por metro cuadrado; \*\* La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral); \* La correlación es significativa en el nivel .05 (bilateral); *r* = Correlación de Pearson.

### 3.7.6 DMO de los voleibolistas, medición inicial

Para la medición inicial de la DMO de los voleibolistas, se pudo observar que la estatura presentó una correlación significativa con la DMO de la región lumbar. El peso corporal también presentó una correlación significativa con la DMO del brazo derecho, pierna derecha y DMO cuerpo completo. Se encontraron correlaciones positivas de la DMO con el IMC e ingesta de calcio (tabla 34).

Tabla 34

*Correlación de Pearson entre la DMO y variables de ajuste, en la medición inicial de los voleibolistas*

Segmento de la DMO (g / cm <sup>2</sup> )	Ing. de Calcio (mg)		Estatura (m)		Peso (kg)		IMC (kg/m <sup>2</sup> )	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Brazo Izquierdo	0.489	0.219	0.576	0.105	0.647	0.060	0.549	0.126
Brazo Derecho	0.445	0.197	0.388	0.238	0.756**	0.007	0.818**	0.002
Pierna Izquierda	0.574	0.082	0.412	0.208	0.660*	0.027	0.680*	0.021
Pierna Derecha	0.453	0.188	0.481	0.134	0.787**	0.004	0.810**	0.003
Región lumbar	0.374	0.287	0.778**	0.005	0.647*	0.031	0.475	0.140
Cuello de Fémur	0.649*	0.042	0.485	0.130	0.664*	0.026	0.639*	0.034
Cuerpo completo	0.617	0.057	0.572	0.066	0.772**	0.005	0.745**	0.008

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; m = metros; kg = kilogramos; kg/m<sup>2</sup> = kilogramos por metro cuadrado; g = gramos; mg = miligramos; g/cm<sup>2</sup> = gramos por centímetro cuadrado; \*\* La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral); \* La correlación es significativa en el nivel .05 (bilateral); *r* = Correlación de Pearson.

### 3.7.7 CMO de los voleibolistas, medición final

En la medición final del CMO, se puede apreciar que el peso corporal y el IMC fueron las variables que muestran una correlación con la mayoría de los segmentos evaluados (tabla 35).

Tabla 35

*Correlación de Pearson entre el CMO y variables de ajuste, en la medición final de los voleibolistas*

Segmento del CMO (g)	Ing. de Calcio (mg)		Estatura (m)		Peso (kg)		IMC (kg/m <sup>2</sup> )	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Brazo Izquierdo	0.047	0.890	0.664*	0.026	0.806**	0.003	0.747**	0.008
Brazo Derecho	-0.072	0.833	0.657*	0.028	0.879**	0.000	0.846**	0.001
Pierna Izquierda	0.282	0.400	0.721*	0.012	0.900**	0.000	0.859**	0.001
Pierna Derecha	0.244	0.470	0.732*	0.010	0.885**	0.000	0.836**	0.001
Región lumbar	0.645*	0.032	0.923**	0.000	0.725*	0.012	0.522	0.099
Cuello de Fémur	0.012	0.973	0.500	0.117	0.654*	0.029	0.606*	0.048
Cuerpo completo	0.277	0.409	0.786**	0.004	0.911**	0.000	0.840**	0.001

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; m = metros; kg = kilogramos; kg/m<sup>2</sup> = kilogramos por metro cuadrado; g = gramos; mg = miligramos; \*\* La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral); \* La correlación es significativa en el nivel .05 (bilateral); *r* = Correlación de Pearson.

### 3.7.8 DMO de los voleibolistas, medición final

En la DMO de los voleibolistas para la medición final, todas las variables mostradas en la tabla 36, muestran una muy buena correlación con la DMO en por lo menos uno de los segmentos evaluados.

Tabla 36

*Correlación de Pearson entre la DMO y variables de ajuste, en la medición final de los voleibolistas*

Segmento de la DMO (g / cm <sup>2</sup> )	Estatura (m)		Peso (kg)		IMC (kg/m <sup>2</sup> )	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Brazo izquierdo	0.554	0.077	0.651*	0.030	0.618*	0.043
Brazo derecho	0.642*	0.033	0.802**	0.003	0.773**	0.005
Pierna izquierda	0.416	0.203	0.657*	0.028	0.693*	0.018
Pierna derecha	0.603*	.050	0.849**	0.001	0.849**	0.001
Región lumbar	0.805**	0.003	0.608*	0.047	0.444	0.172
Cuello de fémur	0.435	0.182	0.678*	0.022	0.697*	0.017
Cuerpo completo	0.663*	0.026	0.771**	0.005	0.720*	0.012

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; m = metros; kg = kilogramos; kg/m<sup>2</sup> = kilogramos por metro cuadrado; g/cm<sup>2</sup> = gramos por centímetro cuadrado; \*\* La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral); \* La correlación es significativa en el nivel .05 (bilateral); *r* = Correlación de Pearson.

### 3.7.9 CMO del grupo control, medición inicial

En el CMO del grupo control para la medición inicial, se puede apreciar que las variables de estatura y peso, fueron las que presentaron una correlación significativa entre el CMO y por lo menos uno de los segmentos evaluados (tabla 37).

Tabla 37

*Correlación de Pearson entre el CMO y variables de ajuste, en la medición inicial del grupo control*

Segmento del CMO (g)	Estatura (m)		Peso (kg)		IPAQ - (Mets )	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Brazo Izquierdo	0.204	0.465	0.333	0.245	0.293	0.331
Brazo Derecho	0.388	0.153	0.412	0.143	0.170	0.580
Pierna Izquierda	0.632*	0.011	0.644*	0.013	0.305	0.311
Pierna Derecha	0.697**	0.004	0.673**	0.008	0.320	0.286
Región lumbar	0.054	0.849	0.256	0.378	0.573*	0.041
Cuello de Fémur	0.644**	0.009	0.352	0.216	0.247	0.415
Cuerpo completo	0.486	0.066	0.698**	0.006	0.520	0.069

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; m = metros; kg = kilogramos; Mets = Índice de gasto metabólico; g = gramos; \*\* La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral); \* La correlación es significativa en el nivel .05 (bilateral); *r* = Correlación de Pearson.

### 3.7.10 DMO del grupo control, medición inicial

En la DMO del grupo control para la medición inicial, se puede observar que el peso corporal presentó una correlación significativa con la DMO total, sin embargo, también se observaron correlaciones positivas entre el IMC, nivel de actividad física y algunos de los segmentos evaluados (tabla 38).

Tabla 38

*Correlación de Pearson entre la DMO y variables de ajuste, en la medición inicial del grupo control*

Segmento de la DMO	Ing. de Calcio (mg)		Peso (kg)		IMC (kg/m <sup>2</sup> )		IPAQ (Mets )	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Brazo izquierdo	0.111	0.705	0.246	0.396	0.418	0.137	0.188	0.538
Brazo derecho	0.053	0.857	0.296	0.305	0.539*	0.047	0.440	0.133
Pierna izquierda	-0.105	0.720	0.579*	0.030	0.227	0.435	0.412	0.161
Pierna derecha	-0.062	0.832	0.625*	0.017	0.314	0.274	0.480	0.097
Región lumbar	-0.597*	0.024	0.398	0.158	0.254	0.382	0.576*	0.039
Cuello de fémur	-0.354	0.215	0.260	0.368	-0.204	0.485	0.367	0.217
Cuerpo completo	-0.071	0.810	0.672**	0.008	0.347	0.225	0.578*	0.039

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; kg = kilogramos; Mets = Índice de gasto metabólico; kg/m<sup>2</sup> = kilogramos por metro cuadrado; mg = miligramos; \*\* La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral); \* La correlación es significativa en el nivel .05 (bilateral); *r* = Correlación de Pearson.

### 3.7.11 CMO del grupo control, medición final

La tabla 39, muestra que la estatura presentó una correlación significativa con el CMO de la pierna derecha, al igual que el peso corporal con el CMO total.

Tabla 39

*Correlación de Pearson entre el CMO y variables de ajuste, en la medición final del grupo Control*

Segmento del CMO (g)	Estatura (m)		Peso (kg)		IPAQ - (Mets )	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Brazo izquierdo	0.334	0.224	0.267	0.337	0.332	0.226
Brazo derecho	0.442	0.099	0.370	0.175	0.280	0.312
Pierna izquierda	0.587*	0.021	0.554*	0.032	0.487	0.065
Pierna derecha	0.683**	0.005	0.593*	0.020	0.436	0.104
Región lumbar	0.080	0.777	0.275	0.322	0.584*	0.022
Cuello de fémur	0.577*	0.024	0.300	0.277	0.439	0.102
Cuerpo completo	0.494	0.061	0.646**	0.009	0.476	0.073

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; kg = kilogramos; Mets = Índice de gasto metabólico; g = gramos; \*\* La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral); \* La correlación es significativa en el nivel .05 (bilateral); *r* = Correlación de Pearson.

### 3.7.12 DMO del grupo control, medición final

En la DMO del grupo control para la medición final, se puede apreciar que el peso corporal tiene una correlación positiva con la DMO de la pierna derecha. El nivel de actividad física presentó una correlación significativa con la DMO de las extremidades inferiores y región lumbar (tabla 40).

Tabla 40

*Correlación de Pearson entre la DMO y variables de ajuste, en la medición final del grupo control*

Segmento de la DMO (g/cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)		IPAQ - (Mets )	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Brazo izquierdo	-0.018	0.950	0.197	0.481
Brazo derecho	0.087	0.757	0.257	0.355
Pierna izquierda	0.333	0.225	0.522*	0.046
Pierna derecha	0.686**	0.007	0.661*	0.010
Región lumbar	0.422	0.117	0.571*	0.026
Cuello de fémur	0.165	0.556	0.382	0.160
Cuerpo completo	0.502	.056	0.464	0.082

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; kg = kilogramos; Mets = Índice de gasto metabólico; g/cm<sup>2</sup> = gramos por centímetro cuadrado; \*\* La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral); \* La correlación es significativa en el nivel .05 (bilateral); *r* = Correlación de Pearson.

### 3.7.13 CMO para todos los grupos, medición inicial

En general, se puede observar que las variables que presentaron correlación en la mayoría de los casos para todos los grupos (N = 38), fue el peso corporal y el IMC. La estatura también mostró buenas correlaciones con la mayoría de los segmentos evaluados (tabla 41).

Tabla 41

*Correlación de Pearson entre el CMO y variables de ajuste, en la medición inicial de todos los grupos*

Segmento del CMO (g)	Estatura (m)		Peso (kg)		IMC (kg/m <sup>2</sup> )		IPAQ - (Mets )	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Brazo Izquierdo	0.363*	0.025	0.689**	0.000	0.486**	0.003	0.220	0.197
Brazo Derecho	0.347*	0.033	0.698**	0.000	0.600**	0.000	0.222	0.194
Pierna Izquierda	0.583**	0.000	0.731**	0.000	0.454**	0.006	0.100	0.563
Pierna Derecha	0.572**	0.000	0.797**	0.000	0.527**	0.001	0.233	0.172
Región lumbar	0.323*	0.048	0.536**	0.001	0.367*	0.030	0.463**	0.004
Cuello de Fémur	0.366*	0.024	0.496**	0.002	0.307	0.073	0.398*	0.016
Cuerpo completo	0.501**	0.001	0.791**	0.000	0.552**	0.001	0.233	0.172

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; m = metros; kg = kilogramos; Mets = Índice de gasto metabólico; g = gramos; kg/m<sup>2</sup> = kilogramos por metro cuadrado; \*\* La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral); \* La correlación es significativa en el nivel .05 (bilateral); *r* = Correlación de Pearson.

### 3.7.14 DMO para todos los grupos, medición inicial

El peso corporal y el IMC presentaron una correlación positiva para todos los grupos ( $N = 38$ ) en la mayoría de los segmentos evaluados para la medición inicial. El nivel de actividad física y los años entrenando, también presentaron correlaciones positivas en algunos de los segmentos evaluados (tabla 42).

Tabla 42

*Correlación de Pearson entre la DMO y variables de ajuste, en la medición inicial de todos los grupos*

Segmento de la DMO (g/cm <sup>2</sup> )	Años Entrenando		Peso (kg)		IMC (kg/m <sup>2</sup> )		IPAQ (Mets)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
	Brazo izquierdo	0.315	0.090	0.571**	0.000	0.539**	0.001	0.206
Brazo derecho	0.391*	0.030	0.627**	0.000	0.709**	0.000	0.217	0.204
Pierna izquierda	0.244	0.187	0.566**	0.000	0.441**	0.008	0.130	0.450
Pierna derecha	0.333	0.067	0.670**	0.000	0.568**	0.000	0.197	0.249
Región lumbar	0.296	0.106	0.556**	0.000	0.423*	0.011	0.434**	0.008
Cuello de fémur	0.289	0.115	0.485**	0.003	0.296	0.084	0.388*	0.019
Cuerpo completo	0.330	0.070	0.681**	0.000	0.569**	0.000	0.247	0.146

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; kg = kilogramos; Mets = Índice de gasto metabólico; g/cm<sup>2</sup> = gramos por centímetro cuadrado; kg/m<sup>2</sup> = kilogramos por metro cuadrado; \*\* La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral); \* La correlación es significativa en el nivel .05 (bilateral); *r* = Correlación de Pearson.

### 3.7.15 CMO para todos los grupos, medición final

Para la medición final del CMO, se pudo observar para todos los grupos ( $n=38$ ) que el peso corporal, el IMC y la estatura, fueron los que presentaron una correlación significativa en la mayoría de los segmentos evaluados. El nivel de actividad física también presentó correlación con el CMO de la región lumbar y cuello de fémur (tabla 43).

Tabla 43

*Correlación de Pearson entre el CMO y variables de ajuste, en la medición final de todos los grupos*

Segmento del CMO (g)	Estatura (m)		Peso (kg)		IMC (kg/m <sup>2</sup> )		IPAQ (Mets )	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Brazo izquierdo	0.428**	0.007	0.635**	0.000	0.479**	0.003	0.198	0.234
Brazo derecho	0.328*	0.045	0.631**	0.000	0.527**	0.001	0.259	0.117
Pierna izquierda	0.551**	0.000	0.738**	0.000	0.534**	0.001	0.286	0.081
Pierna derecha	0.606**	0.000	0.761**	0.000	0.541**	0.001	0.282	0.086
Región lumbar	0.380*	0.019	0.450**	0.005	0.267	0.110	0.351*	0.031
Cuello de fémur	0.428**	0.007	0.522**	0.001	0.350*	0.034	0.332*	0.042
Cuerpo completo	0.507**	0.001	0.747**	0.000	0.564**	0.000	0.303	0.064

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; m = metros; g = gramos; kg = kilogramos; Mets = Índice de gasto metabólico; kg/m<sup>2</sup> = kilogramos por metro cuadrado; \*\* La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral); \* La correlación es significativa en el nivel .05 (bilateral); *r* = Correlación de Pearson.

### 3.7.16 DMO para todos los grupos, medición final

El peso corporal y el IMC, son los que muestran correlación en la mayoría de los segmentos evaluados para todos los grupos (N = 38). El nivel de actividad física y los años de entrenamiento, también se correlacionaron con la DMO de algunos segmentos evaluados para la medición final (tabla 44).

Tabla 44

*Correlación de Pearson entre la DMO y variables de ajuste, en la medición final de todos los grupos*

Segmento de la DMO (g/cm <sup>2</sup> )	Años Entrenando		Peso (kg)		IMC (kg/m <sup>2</sup> )		IPAQ (Mets )	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Brazo izquierdo	0.253	0.169	0.378*	0.019	0.365*	0.026	0.177	0.289
Brazo derecho	0.374*	0.038	0.480**	0.002	0.510**	0.001	0.168	0.315
Pierna izquierda	0.390*	0.030	0.511**	0.001	0.489**	0.002	0.358*	0.027
Pierna derecha	0.533**	0.004	0.697**	0.000	0.677**	0.000	0.397*	0.018
Región lumbar	0.229	0.215	0.489**	0.002	0.372*	0.023	0.394*	0.014
Cuello de fémur	0.298	0.103	0.486**	0.002	0.397*	0.015	0.394*	0.014
Cuerpo completo	0.313	0.086	0.553**	0.000	0.491**	0.002	0.320	0.050

*Nota:* DE = Desviación Estándar; *p* = Valor de Significancia; kg = kilogramos; Mets = Índice de gasto metabólico; kg/m<sup>2</sup> = kilogramos por metro cuadrado; g/cm<sup>2</sup> = gramos por centímetro cuadrado; \*\* La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral); \* La correlación es significativa en el nivel .05 (bilateral); *r* = Correlación de Pearson.

## Capítulo 4. Discusión

En el presente estudio, se comparó el CMO y de la DMO del cuerpo completo, de las extremidades superiores e inferiores, región lumbar (L1-L4), cuello de fémur y cuerpo completo, entre el inicio y final de un macrociclo de entrenamiento de un equipo de voleibol y otro de béisbol de varones universitarios, y con un tercer grupo comprendido por varones de la misma institución educativa pero no deportistas (grupo control). En los beisbolistas, el CMO y la DMO de las regiones óseas fue similar entre el inicio y final del estudio; en los voleibolistas el CMO del cuerpo completo y la DMO de la región lumbar aumentaron al final del estudio, respecto al valor inicial. En el grupo control la DMO de la pierna izquierda disminuyó respecto a la medición inicial.

Los cambios observados en el CMO y en la DMO de los voleibolistas pueden atribuirse al efecto estimulante que generan los deportes que implican cargas de alto impacto sobre el esqueleto, entre ellos el voleibol, en el cual se involucran ejercicios con saltos sobre una superficie dura (Adam, Tenforde, y Fredericson, 2011; Weidauer et al., 2014). Dicho efecto se ha reportado en deportistas niños, adultos, hombres y mujeres.

Stanforth et al. (2016) quien comparó en un estudio longitudinal deportes de impacto (basquetbolistas, voleibolistas, velocistas y saltadores) con deportes sin impacto (natación y grupo control) en mujeres universitarias medidas en un periodo de tres años (al principio de temporada del primer años y en posttemporada del tercer año) también reporta aumentos significativos del CMO (3.3%) y DMO (1.4%) del cuerpo completo y región lumbar (4.5%) de mujeres basquetbolistas universitarias. Este aumento también se reporta en la DMO de la columna (2%) y DMO cuerpo completo (2.7%) de los voleibolistas, estos aumentos fueron significativamente más altos en comparación a la medición en pretemporada del primer año. Lo anterior concuerda con la presente investigación ya que se puede observar el aumento porcentual del CMO y DMO de los deportes de alto impacto como el basquetbol y el voleibol de igual manera como sucede con

el aumento del CMO del cuerpo completo y la DMO de la columna de los voleibolistas varoniles de la presente investigacion, sin dejar de mencionar la disminucion de la DMO en la pierna izquierda del grupo control. Los beneficios del aumento en el CMO y la DMO se pueden atribuir al alto impacto sobre los huesos generado en disciplinas como el basquetbol y el voleibol.

Mujeres basquetbolistas universitarias presentaron aumentos significativos del CMO en el cuerpo completo (3.3%) y de la región lumbar (4.5%), respecto a la medición inicial, en un estudio longitudinal de 3 años, mientras que en jóvenes deportistas universitarios (50 hombres y 35 mujeres) de diversas disciplinas (basquetbol, hockey y fútbol) los aumentos fueron significativos en el CMO del cuerpo completo y de las piernas, en los basquetbolistas y en el grupo de hockey. Los autores argumentaron que los cambios pueden atribuirse a que el área de entrenamiento de los basquetbolistas se dá sobre una superficie de madera dura al igual que los de hockey (Scerpella et al., 2018).

Carbuhn et al. (2010) reporta valores significativamente más bajos de DMO en el cuerpo completo en jugadoras universitarias de softbol, estas en comparacion con jugadoras de baloncesto al ser medidas fuera de temporada (-7%), aunque este autor reporta que al ser medidas en pretemporada, las softbolistas no presentaron diferencias significativas en comparación con las basquetbolistas, dicho autor menciona que esto posiblemente se deba al trabajo de fuerza y potencia realizado en pretemporada por las softbolistas que hayan sido suficiente estimulo para aumentar la DMO en el cuerpo completo de estas, algo que no sucedió con el equipo de beisbol varonil en la presente investigacion, aunque cabe resaltar que el equipo de beisbolistas no presentó alguna disminucion de la DMO a lo largo del estudio, posiblemente producto de las seis horas de trabajo con pesas que realizaban a la semana durante este periodo, de un total de 12 horas de entrenamiento semanal por parte de los beisbolistas (tabla 11), ayudando a mantener la DMO.

El aumento significativo de la DMO en la columna por parte de los voleibolistas en la presente investigación, concuerda con lo reportado por Agostinete et al., (2016), quien tuvo como objetivo analizar el efecto de diferentes deportes en la acumulación de la DMO en 82 adolescentes varones, durante un periodo de nueve meses (baloncesto [ $n = 14$ ], karate [ $n = 9$ ], Judo [ $n = 12$ ], fútbol [ $n = 18$ ], natación [ $n = 16$ ], grupo control [ $n = 13$ ]; este autor reportó aumentos más significativos en la DMO del cuerpo completo y extremidades superiores de los basquetbolistas comparados con el grupo control. A pesar que el estudio antes mencionado no reporta aumentos significativos de la columna de los basquetbolistas, se puede apreciar los beneficios de los deportes de alto impacto con el aumento de la DMO, tal y como sucedió en la presente investigación con los voleibolistas.

En la comparación entre grupos de la presente investigación, no se observaron diferencias significativas entre voleibolistas y beisbolistas, esto contradice lo publicado por Carbuhn et al. (2010), quien realizó mediciones de CMO a 67 deportistas universitarias de distintas disciplinas (baloncesto [ $n = 10$ ], voleibol [ $n = 7$ ], saltadores de pista y velocistas [ $n = 17$ ], softbol [ $n = 17$ ] y natación [ $n = 16$ ]), dichas mediciones se realizaron fuera de temporada, pretemporada y posttemporada, las comparaciones entre grupos demostraron un CMO del cuerpo completo, significativamente más altos en los basquetbolistas en comparación con el grupo de softbol (+14%), esto evidencia que los deportes de alto impacto como el basquetbol, tienen efectos positivos sobre el CMO en la etapa universitaria. Cabe mencionar que en la presente investigación, ambos grupos de deportistas (besibol y voleibol) presentaron valores significativamente más altos de CMO que el grupo control en algunos de los segmentos evaluados (tabla 20 y 21)

Cabe señalar que Carbuhn et al. (2010), no contempla la iniciación deportiva como variable de ajuste; sin embargo esta si se incluyó en la presente investigación, en la cual los beisbolistas presentaron una iniciación deportiva significativamente más joven en comparación con los voleibolistas, por lo tanto los años de entrenamiento por parte de los beisbolistas fue significativamente mayor

que la de los voleibolistas, esta pudiera ser una posible explicación por la cual no se observaron diferencias en el CMO del cuerpo completo entre voleibolistas y beisbolistas. La iniciación deportiva de los beisbolistas presentó una alta relación con el CMO del cuello de fémur, así como el peso corporal con el CMO del cuerpo completo, añadiendo que el peso corporal incide en la adaptación y fortaleza del hueso producto de la carga que este genera (Frost, 1997).

Zribi et al. (2014) publica en un estudio transversal cuyo objetivo fue examinar el efecto de la práctica de baloncesto en la adquisición del CMO en etapa pre-puberal, este incluyó 98 sujetos (48 basquetbolistas y 50 controles) del sexo varonil (10 a 12 años de edad), los resultados obtenidos mostraron un CMO significativamente más alto en cuerpo completo, extremidades superiores e inferiores, cadera total y trocantes en comparación con el grupo control, lo cual demuestra los beneficios sobre el CMO en deportes que implican saltos en etapa pre-puberal; por lo tanto, los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que en etapas universitarias también se pueden obtener beneficios al realizar ejercicios que implican saltos como el voleibol, al igual que una iniciación temprana en el beisbol, puede favorecer y mostrar un CMO significativamente más alto en etapas universitarias comparado con personas sedentarias.

Fehling et al. (1995), reportan en un estudio transversal, cuyo objetivo fue comparar la DMO de atletas universitarias que compiten en deportes con cargas de alto impacto, la muestra se conformó por 45 atletas universitarias (Voleibolistas [ $n = 8$ ], Gimnastas [ $n = 13$ ], nadadores [ $n = 7$ ], controles [ $n = 17$ ]), los resultados reportan una DMO significativamente más alta en la región lumbar, cuello de fémur, extremidades superiores e inferiores y cuerpo total comparado con el grupo control, por lo que el autor concluye que participar en deportes de alto impacto como voleibol y gimnasia, permite tener una mayor DMO en la mayoría de los sitios esqueléticos, en este sentido, los resultados antes mencionados evidencian los beneficios de la práctica con deportes de alto impacto en comparación con un grupo control, tal y como se aprecia en la presente investigación con una DMO más alta que el grupo control en el cuello de fémur.

Otro de los análisis que se llevó a cabo en la presente investigación, es la inclinación del CMO dentro del mismo grupos, en función de la lateralidad dominante (zurdo o diestro), dado que el 84% de la muestra ( $N = 38$ ), resultaron ser diestros (Béisbol [91.7%], voleibol [81.8%], control [80%]), por lo tanto, los resultados muestran el mismo comportamiento para todos los grupos en la medición inicial, con un CMO mayor hacia el lado derecho en las extremidades superiores, sin embargo en el caso de las extremidades inferiores, no se presentaron diferencias significativas entre el CMO de las piernas, esto posiblemente debido a la carga bilateral que normalmente se realiza con las piernas, no obstante en el caso de los brazos, es común que el CMO se incline más al lado derecho debido a que el estímulo del remodelado óseo afecta más directamente sobre el área específicamente implicada en el ejercicio realizado (Calafat, 2007 b). Realizar ejercicios con carga unilateral de alto impacto, aumentan el CMO y la DMO en el lado trabajado en comparación con el lado que no se trabaja (Allison, Folland, Rennie, Summers, y Brooke-Wavell, 2013), eso pudiera ser una posible explicación de la inclinación del CMO y la DMO hacia el lado derecho en beisbolistas, voleibolistas y grupo control de la presente investigación, considerando que más del 80% son derechos.

Se analizó la asociación entre el CMO y la DMO con la actividad física, considerando el consumo de calcio y de proteína, el índice de masa corporal, horas de entrenamiento, actividad física (Mets), iniciación deportiva y las medidas antropométricas de la estatura y peso corporal, como variables de ajuste. La actividad realizada por los participantes en la presente investigación, reportaron 12 horas de entrenamiento semanal para los beisbolistas (4 h, 3 veces por semana [dos de trabajo con pesas y dos de trabajo en el campo]), los voleibolistas por su parte reportaron ocho horas de entrenamiento semanal (dos horas, cuatro veces por semana [solo trabajo de cancha]). Aunque los beisbolistas presentan más horas de entrenamiento a la semana, añadiendo que, en los resultados obtenidos por el IPAQ, los beisbolistas y voleibolistas presentaron un nivel de actividad física alto.

Días et al. (2011), reporta que deportes de alto impacto (gimnasia, baloncesto, balonmano) con un entrenamiento de 12.8 horas por semana presentaron valores significativamente más altos de CMO y DMO total, región lumbar, extremidades superiores e inferiores; esto en comparación con el grupo de deportes sin impacto (natación) quienes reportaron 19.1 horas de entrenamiento por semana, las diferencias entre grupos resultaron ser significativas; los resultados antes mencionados, concuerdan con la presente investigación en el sentido que los beisbolistas presentaron más horas de entrenamiento que los voleibolistas y aun así, estos no presentaron un aumento significativo de la DMO y del CMO a lo largo del estudio.

Schipilow et al. (2013), reporta niveles significativamente más altos de DMO en el cuerpo completo de esquiadores alpinos en comparación con un grupo de nadadores, esto a pesar de que al medir el nivel de actividad física con el IPAQ, los nadadores presentaron valores significativamente más altos comparados con los esquiadores. Según lo mencionado por Días et al. (2011) y Schipilow et al. (2013), indican que el efecto estimulante se atribuye a las acciones físicas, en especial cuando los huesos se someten a cargas habituales de entrenamiento, en lo que la intensidad es más importante que la duración del estímulo, por lo tanto, el tipo de actividad deportiva puede ser un factor importante para lograr una masa ósea máxima y reducir el riesgo de fracturas u osteoporosis más adelante en la vida (Andreoli et al., 2001).

En cuanto a la ingesta de calcio y proteína, no se observaron diferencias significativas entre mediciones ni entre grupos en la presente investigación. Cabe mencionar que ninguno de los tres grupos cumplían con la ingesta de calcio recomendada para adultos masculinos y según la edad, en la cual se recomienda una ingesta diaria de 1,000 mg/día (Bourges et al., 2005; Burke y Cox, 2010; NHMRC, 2006). La ingesta de proteína se consideró como criterio una dosis de 1.7 por kg de peso corporal para deportes de conjunto con un entrenamiento intenso o programa de juego, tomando en cuenta que el nivel de actividad física dio vigoroso (Burke y Cox, 2010; NHMRC, 2006; Peniche y Boulosa, 2011). Lo

anterior coincide con algunos estudios que han demostrado una ingesta deficiente de calcio en etapa universitaria (Durá, 2008; Leonardo et al., 2012; Vargas et al., 2010), esto pudiera tener un efecto negativo para alcanzar el pico de masa ósea, elevando el riesgo de sufrir osteoporosis más adelante en la vida. Cabe mencionar que estudios reportan efectos positivos en la obtención del CMO y DMO al consumir calcio en dosis de más de 1000 mg / día, en combinación con actividades de alto impacto (Dias et al., 2011; Gunter et al., 2008; Zribi et al., 2014).

## Conclusión

La presente investigación proporciona evidencia del comportamiento del CMO y de la DMO en diferentes regiones óseas, de varones universitarios voleibolistas y beisbolistas evaluados al inicio y al final de un periodo de entrenamiento de siete meses.

En cuanto al CMO, se ha señalado que la práctica de deportes que incluyen ejercicios de alto impacto incrementan el CMO en al menos una región ósea, siempre y cuando el tiempo de entrenamiento se mantenga por tiempo prolongado y que el aporte dietario de proteínas y minerales sea suficiente para la síntesis de masa ósea. En el presente estudio, si bien se observaron aumentos en los números absolutos del CMO de diferentes regiones óseas, solo se observó aumento estadísticamente significativo en el CMO del cuerpo completo de los voleibolistas, lo cual podría atribuirse a que el tiempo de entrenamiento no fue suficiente para impactar el CMO de otras regiones específicas, en la misma magnitud en el total de participantes. Sin embargo, al considerar que los beisbolistas no presentaron aumentos del CMO, esto puede deberse al tipo de ejercicios y actividades que impliquen saltos.

Respecto a la DMO, los estudios han mostrado que el impacto en la región lumbar es considerable al practicar deportes de alto impacto como el voleibol, por lo que varios estudios han reportado aumentos en la DMO de las regiones femorales junto con la región lumbar, debido a que son áreas que soportan el peso corporal y por ello, al comparar en este estudio, la DMO inicial con la final del ciclo de entrenamiento, se observó un aumento en la región lumbar de los voleibolistas. La falta de actividad e ingesta adecuada de calcio y proteína, pueden incidir negativamente en la DMO como sucedió con el grupo control de la presente investigación, en quienes se observó una disminución de la DMO en la pierna izquierda.

Se puede apreciar los beneficios del trabajo con ejercicios que involucran saltos cuando se busca aumentar la DMO, por lo tanto, la presente investigación, al igual que los estudios antes mencionados, proporciona evidencia del efecto en el CMO del cuerpo completo y la DMO en columna lumbar a partir de ejercicios de alto impacto como el voleibol, estos realizados durante un periodo de entrenamiento de siete meses en etapas universitarias, esto en combinación con una ingesta correcta de calcio diaria, lo cual puede ayudar a alcanzar de manera más eficiente el pico de masa ósea máxima. La DMO, los años de entrenamiento, el peso corporal, el IMC y el nivel de actividad física se relacionan positiva positivamente con ésta variable y su aumento. Dicho lo anterior, se concluye que una iniciación temprana de la práctica deportiva como el béisbol y voleibol favorecen positivamente la DMO al igual que los años de entrenamiento, por lo que se recomienda practicar alguna actividad deportiva como el béisbol y el voleibol en una edad lo más joven posible.

### **Limitaciones**

- La falta de control con las actividades que se realizaban fuera del entrenamiento, debido no hubo manera de monitorear este aspecto.
- La falta de control relacionado con la cantidad de entrenamiento que realizaban, debido a que la presente investigación tiene un diseño no experimental.
- La falta de control relacionada con la ingesta nutricional, debido que no se contaban con las condiciones, ni el personal para controlar este aspecto.

### **Próximas líneas de investigación**

- Comparar entre el mismo deporte, haciendo un estudio experimental, controlando el nivel de entrenamiento y el tipo de actividad.
- Estudio controlando el nivel y la ingesta de otros minerales como la ingesta de vitamina D, fósforo y magnesio.
- Comparar la DMO entre deportes diferentes, según la lateralidad.
- Comparar la DMO entre deportes iguales según la lateralidad y la cantidad de ejercicio realizado.
- Comparación entre deportes de alto impacto (voleibol y basquetbol) y ver cual tiene mayor efecto osteogénico.

## Referencias Bibliográficas

- A&D Company, Limited. (2002). *Instruction Manual, Digital Plataform Scale*. Recuperado el 12 de Octubre de 2016, de <http://www.andweighing.co.uk/wp-content/uploads/manuals/hvw-g.pdf>
- Adam, S., Tenforde, M. D., & Fredericson, M. D. (2011). Influence of Sports Participation on Bone Health in the Young Athlete: A Review of the Literature. *PM&R*, 3(9), 861-867.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2011.05.019>
- Agostinete, R. R., Lynch, K. L., Gobbo, L. A., Spiguel, M. C., Ito, I. H., de Marco, R. L., . . . Fernandes, R. A. (2016). Basketball Affects Bone Mineral Density Accrual in Boys More Than Swimming and Other Impact Sports: 9-mo Follow-Up. *Journal of Clinical Densitometry*, 19(3), 375-381.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jocd.2016.04.006>
- Allison, S. J., Folland, J. P., Rennie, W. J., Summers, G. D., y Brooke-Wavell, K. (2013). High impact exercise increased femoral neck bone mineral density in older men: A randomised unilateral intervention. *Bone*, 53(2), 321-328.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.bone.2012.12.045>
- Andreoli, A., Monteleone, M., Van Loan, M., Promenzio, L., Tarantino, U., y De Lorenzo, A. (2001). Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(4), 507-511. Obtenido de [https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2001/04000/Effects\\_of\\_different\\_sports\\_on\\_bone\\_density\\_and.1.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2001/04000/Effects_of_different_sports_on_bone_density_and.1.aspx)
- Astiazaran, I., Cillero, H., Díaz, E., Irazusta, J., Gil, J., y Gil, S. (2007). Alimentación de estudiantes universitarios. *Osasunaz*, 8, 7 - 18. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Jon\\_Irazusta/publication/29823624\\_Ali](https://www.researchgate.net/profile/Jon_Irazusta/publication/29823624_Ali)

mentacin\_de\_estudiantes\_universitarios/links/02bfe50f591f272169000000.pdf

- Aubin, J. E. (2008). Mesenchymal Stem Cells and Osteoblast Differentiation. En *Principles of Bone Biology* (Tercera ed., Vol. 1, págs. 85 - 107). Toronto, Canada. doi:10.1016/B978-0-12-373884-4.00026-4
- Ávila, C., & Agustín, B. (2013). El microbioma humano. *Dirección General de Divulgación de la Ciencia*, 1-11. Obtenido de [http://ru.dgdc.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/908/1/297\\_ciencia.pdf](http://ru.dgdc.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/908/1/297_ciencia.pdf)
- Barba, J.R. (2011). Marcadores de Remodelado Óseo y Osteoporosis. *Rev Mex Patol Clin*, 58(3), 113 - 137. Obtenido de <http://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2011/pt113a.pdf>
- Basabe, B., Mena, M., Faci, M., Aparicio, A., López, A., y Ortega, R. (2004). Influencia de la ingesta de calcio y fósforo sobre la densidad mineral ósea en mujeres jóvenes. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(2), 203-208. Obtenido de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222004000200010](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000200010)
- Baxter-Jones, A., Kontulainen, S.A., Faulkner, R.A., y Bailey, D.A. (2008). A longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral accrual from adolescence to young adulthood. *Bone*, 43(6), 1101–1107. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.bone.2008.07.245>
- Behringer, M., Gruetzner, S., McCourt, M., & Mester, J. (2014). Effects of Weight-Bearing Activities on Bone Mineral Content and Density in Children and Adolescents: A Meta-Analysis. *JBMR*, 29(2), 467–478. doi:10.1002/jbmr.2036

- Bellido, T., Plotkin, L.I., & Bruzzaniti, A. (2014). Bone Cells. En *Basic and Applied Bone Biology* (págs. 27-45). Academic Press. doi:10.1016/B978-0-12-416015-6.00002-2
- Bianchini de Quadros, T., Petroski, E., Santos-Silva, D., y Pinheiro-Gordia, A. (2009). The prevalence of physical inactivity amongst Brazilian university students: its association with sociodemographic variables. *Salud Pública*, 11(5), 724 - 733. doi:http://dx.doi.org/10.1590/S0124-00642009000500005
- Bielemann, R.M., Martinez, J., & Petrucci, D. (2013). Physical activity during life course and bone mass: a systematic review of methods and findings from cohort studies with young adults. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 14(77), 1-16. doi:10.1186/1471-2474-14-77
- Bourges, H., Casanueva, E., & Rosado, J. L. (2005). *Recomendaciones de Ingestión de Nutrimientos para la Población Mexicana. Bases Fisiológicas*. (1 ed.). México, D.F.: Médica Panamericana S.A.
- Boustani, R., y Goudarzi, K. (2018). Investigation of Osteoporosis and Its Relative Factors in Cadet and AJA Students. *Annals of Medical and Health Sciences Research*, 8, 47-50. Obtenido de <https://www.amhsr.org/articles/investigation-of-osteoporosis-and-its-relative-factors-in-cadet-and-aja-students-4475.html>
- Brandi, M.L. (2009). Microarchitecture, the key to bone quality. *Rheumatology*, 48(3), 3 - 8. doi:10.1093/rheumatology/kep273
- Burke, L., y Cox, G. (2010). The Complete Guide to Food for Sports Performance. Peak Nutrition for Your Sport. *Allen & Unwin*. Obtenido de <http://file.qums.ac.ir/repository/vct/nutrition/%D8%A2%D9%85%D9%88%D8%B2%D8%B4%D9%8A/%D9%83%D8%AA%D8%A8%20%D9%85%D8%B1%D8%AC%D8%B9/Complete%20Guide%20to%20Food%20for%20Sports%20Performance.pdf>

- Calafat, C. (2007a). Ejercicio físico y masa ósea (I). Evolución ontogénica de la masa ósea e influencia de la actividad física sobre el hueso en las diferentes etapas de la vida. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 42(153), 40 - 46. doi:10.1016/S1886-6581(07)70035-X
- Calafat, C. (2007b). Deporte y masa ósea (II). Características del ejercicio físico que condicionan el modelado y remodelado óseo. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 42(154), 92 - 98. doi:10.1016/S1886-6581(07)70043-9
- Calbet, J., Díaz, P., y Rodríguez, L. (1999). High Bone Mineral Density in Male Elite Professional Volleyball Players. *Osteoporosis International*, 10(6), 468 – 474. doi:<https://doi.org/10.1007/s001980050>
- Calleja, A., Varo, N., y Pascual, E. (2014). Capítulo 2 - Fisiología del hueso y marcadores bioquímicos del recambio óseo. doi:10.1016/B978-84-9022-503-5.00002-2
- Cano, J., Campo, J., Palacios, B., y Bascones, A. (2007). Mecanobiología de los huesos maxilares. I. Conceptos generales. *Avances en Odontoestomatología*, 23(6), 347 - 358. Obtenido de <http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v23n6/original1.pdf>
- Carbuhn, A. F., Fernandez, T. E., Bragg, A. F., Green, J. S., & Crouse, S. F. (2010). Sport and Training Influence Bone and Body Composition in Women Collegiate Athletes. *The Journal of Strength y Conditioning Research*, 24(7), 1710 - 1717. doi:10.1519/JSC.0b013e3181d09eb3
- Carmont, M. R. (2012). Bike racing, recreational riding, impact sport and bone health. *BMC Medicine*, 10: 169. doi:10.1186/1741-7015-10-169
- Carmont, M. R., Mei-Dan, O., & Bennell, K. L. (2009). Stress Fracture Management: Current Classification and New Healing Modalities. *Operative Techniques in Sports Medicine*, 17(2), 81 - 89. doi:10.1053/j.otsm.2009.05.004

- Cervinka, T., Rittwager, J., Hyttinen, J., Felsenberg, D., y Sievänen, H. (2011). Anatomical Sector Analysis of load-bearing tibial bone structure during 90-day and 1-year Recovery. *Clin Physiol Funct Imaging*, 31 (4): 249-257.
- Christoffersen, T., Winther, A., Nilsen, O. A., Ahmed, L. A., Furberg, A. S., Grimnes, G., . . . Emaus, N. (2015). Does the frequency and intensity of physical activity in adolescence have an impact on bone? The Tromso Study, Fit Futures. *BMC Sports Science, Medicine y Rehabilitation*, 7(26), 1 - 8. doi: 10.1186/s13102-015-0020-y
- Cockcroft, J. (1999). *Latinos en el Béisbol*. Siglo Veintiuno Editores. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?id=Fm52lf83RyYC&pg=PA13&dq=beisbol&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEWjiiuAjlPQAhUYzGMKHWIDFwQ6AEIlzAA#v=onepage&q=beisbol&f=false>
- Cortina, R. E., y Calderón, V. (2004). Modelos de Experimentación para el Estudio del Tejido Óseo. *REB*, 23(3), 107 - 116. Obtenido de [http://www.facmed.unam.mx/publicaciones/ampb/numeros/2004/09/107-116\\_Emeli\\_Cortina\\_Ramirez.pdf](http://www.facmed.unam.mx/publicaciones/ampb/numeros/2004/09/107-116_Emeli_Cortina_Ramirez.pdf)
- Costa , D., Zanatta, F., Gonçalves, G., Moraes, E., Pochini, A., & Ejnisman, B. (2016). Stress fractures: definition, diagnosis and treatment. *Brasileira de Ortopedia*, 51(1), 3 - 10. doi:10.1016/j.rboe.2015.12.008
- Cowin, S., y Hegedus, D. (1976). Bone remodeling I: theory of adaptive elasticity. *Journal of Elasticity*, 6(3), 313–326. doi:10.1007/BF00041724
- Del Pino Montes, J. (2010). Osteoporosis: Concepto e importancia. Cuadro clínico. *Osteoporosis Metabolismo Mineral*, 2(4), 15 - 20. Obtenido de <http://www.revistadeosteoporosisymetabolismomineral.com/pdf/articulos/92010020400150020.pdf>
- Dias, A., Carnero, E., Baptista, F., y Sardinha, L. (2011). Skeletal Mass in Adolescent Male Athletes and Nonathletes: Relationships with High-Impact

Sports. *The Journal of Strength y Conditioning Research*, 25(12), 3439 - 3447. doi:10.1519/JSC.0b013e318216003b

Durá, T. (2008). Ingesta de leche y derivados lácteos en la población universitaria. *Nutrición Hospitalaria*, 23(2), 89 - 94. Obtenido de <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v23n2/original3.pdf>

Faigenbaum, Avery , D., Kraemer, William , J., Blimkie, Cameron , J., . . . Thomas , W. (2009). Youth Resistance Training: Updated Position Statement Paper From the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(Issue), S60-S79. doi:10.1519/JSC.0b013e31819df407

Fehling, P. C., Alekel, L., Clasey, J., Rector, A., y Stillman, R. J. (1995). A comparison of bone mineral densities among female athletes in impact loading and active loading sports. *Bone*, 17(3), 205-210. doi:[https://doi.org/10.1016/8756-3282\(95\)00171-9](https://doi.org/10.1016/8756-3282(95)00171-9)

Ferrari, M. (2013). Estimación de la ingesta por recordatorio de 24 horas. *Diaeta (B. Aires)*, 31(143), 20 - 25. Obtenido de <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=Ink&exprSearch=689046&indexSearch=ID>

Ferretti, J. (2004). Repercusión de la Actividad Física sobre el Sistema Óseo. *Journal PubliCE Standard* . Obtenido de <https://g-se.com/es/salud-y-fitness/articulos/repercusion-de-la-actividad-fisica-sobre-el-sistema-seo-302>

Figueiredo, M. D. (2014). Enfermedad osteoporótica: ¿De qué hablamos? ¿Cómo diagnosticarla? *Habilidades e terapéutica*, 20, 228 - 231. Obtenido de [http://www.agamfec.com/wp/wp-content/uploads/2015/02/Vol20\\_n4\\_7.pdf](http://www.agamfec.com/wp/wp-content/uploads/2015/02/Vol20_n4_7.pdf)

FIVB. (2015). *Official Beach Volleyball Rules 2015-2016*. Fédération Internationale de Volleyball. Obtenido de [http://www.fivb.org/EN/Refereeing-Rules/Documents/FIVB\\_BeachVolleyball\\_Rules\\_2015-2016\\_EN\\_V3\\_20150205.pdf](http://www.fivb.org/EN/Refereeing-Rules/Documents/FIVB_BeachVolleyball_Rules_2015-2016_EN_V3_20150205.pdf)

- Frost, H. (1997). On Our Age-Related Bone Loss: Insights from a New Paradigm. *JBMR*, 12(10), 1539–1546. doi:10.1359/jbmr.1997.12.10.1539
- Funakoshi, T., Furushima, K., Momma, D., Endo, K., Abe, Y., Itoh, Y., . . . Iwasaki, N. (2016). Alteration of Stress Distribution Patterns in Symptomatic Valgus Instability of the Elbow in Baseball Players: A Computed Tomography Osteoabsorptiometry Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 20(10), 1-6. doi:10.1177/0363546515624916
- Gomez, A., Montero, J., González, A., García, J., Moreno, L., Casajús, A., y Rodríguez, G. (2015). The Effect of Swimming During Childhood and Adolescence on Bone Mineral Density: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 46(3), 365 - 379. doi:10.1007/s40279-015-0427-3
- Gordon, C.M., Bachrach, L.K., Carpenter, T.O., Crabtree, N., El-Hajj Fuleihan, G., Kutilek, S., . . . Kalkwarf, H. J. (2008). Dual Energy X-ray Absorptiometry Interpretation and Reporting in Children and Adolescents: The 2007 ISCD Pediatric Official Positions. *Journal of Clinical Densitometry*, 11(1), 43-58. doi:https://doi.org/10.1016/j.jocd.2007.12.005
- Grynspan, R. (1997). Minerales. En *Dietética Deportiva: Mi primer libro de consultas* (págs. 47-49). Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Obtenido de [https://books.google.com.mx/books?id=2fx4YevndSgC&pg=PA48&lpg=PA48&dq=Concepto+de+masa+%C3%B3sea&source=bl&ots=g6QMG0Yp\\_R&sig=\\_n0QzxPMTcWEvD2gBKzJD7XeKnU&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi52LDe0o\\_MAhUkt4MKHTkdAco4ChDoAQg1MAY#v=onepage&q=Concepto%20de%20masa%20%C3%B3](https://books.google.com.mx/books?id=2fx4YevndSgC&pg=PA48&lpg=PA48&dq=Concepto+de+masa+%C3%B3sea&source=bl&ots=g6QMG0Yp_R&sig=_n0QzxPMTcWEvD2gBKzJD7XeKnU&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi52LDe0o_MAhUkt4MKHTkdAco4ChDoAQg1MAY#v=onepage&q=Concepto%20de%20masa%20%C3%B3)
- Gudrun, F. (2003). *Esfuerzo físico y entrenamiento en niños y jóvenes*. Barcelona: Paidotribo. Obtenido de [https://books.google.com.mx/books?id=KvRobWb0sR8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=KvRobWb0sR8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

- Guede, D., González, P., y Caeiro, J. R. (2013). Biomecánica y hueso (I): Conceptos básicos y ensayos mecánicos clásicos. *Osteoporosis y Metabolismo Mineral*, 5(1), 43 - 50. doi:10.4321/S1889-836X2013000100008
- Gunter, K., Baxter-Jones, A., Mirwald, R. L., Almstedt, H., Fuchs, R. K., Durski, S., y Snow, C. (2008). Impact Exercise Increases BMC During Growth: An 8-Year Longitudinal Study. *Journal of bone and mineral research*, 23(7), 986 - 993. doi:<https://doi.org/10.1359/jbmr.071201>
- Heaney, R., Abrams, S., Dawson-Hughes, B., Looker, A., Marcus, R., Matkovic, V., y Weaver, C. (2000). Peak Bone Mass. *Osteoporosis International*, 11(12), 985 - 1009. doi:10.1007/s001980070020
- Infante, J., Reyes, C., Ramos, M., Rayo, J., Lorente, R., Serrano, J., . . . Sánchez, R. (2013). Utilidad de la densitometría como método de valoración del estado nutricional del deportista. Comparación con el índice de masa corporal. *Rev Esp Med Nucl Imagen*, 32(5), 281 – 285. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.remn.2012.09.002>
- INNSZ. (2000). Instituto Nacional de Perinatología, Hospital General Manuel Gea González, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Encuesta para evaluar el nivel de actividad física de 7 días de la semana. Obtenido de [http://www.juntadeandalucia.es/salud/export/sites/csalud/galerias/documentos/c\\_3\\_c\\_1\\_vida\\_sana/promocion\\_salud\\_lugar\\_trabajo/cuestionario\\_actividad\\_fisica\\_ipaq.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/salud/export/sites/csalud/galerias/documentos/c_3_c_1_vida_sana/promocion_salud_lugar_trabajo/cuestionario_actividad_fisica_ipaq.pdf)
- IOF. (2007). Conozca y reduzca sus factores de riesgo de osteoporosis, Conozca cómo mantener los huesos fuertes y sanos. *International Osteoporosis Foundation*, 1-11. Obtenido de [http://www.iofbonehealth.org/sites/default/files/PDFs/know\\_and\\_reduce\\_your\\_risk\\_spanish.pdf](http://www.iofbonehealth.org/sites/default/files/PDFs/know_and_reduce_your_risk_spanish.pdf)

- IOF. (2012). *The Latin America Regional Audit, Epidemiología, costos e impacto de la osteoporosis en 2012*. International Osteoporosis Foundation. Obtenido de International Osteoporosis Foundation: [http://www.ammom.mx/files/2012-Latin\\_America\\_Audit-ES\\_0\\_0\\_8i1049qo.pdf](http://www.ammom.mx/files/2012-Latin_America_Audit-ES_0_0_8i1049qo.pdf)
- IPAQ. (2002). *International Physical Activity Questionnaire - Downloadable questionnaires*. Obtenido de <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbm90aGVpcGFxfGd4OjZjYzlwZjc4YWI2YjQ4MWE>
- IPAQ. (2005a). International Physical Activity Questionnaire, IPAQ scoring protocol. Recuperado el 13 de octubre de 2016, de <https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol>
- IPAQ. (2005b). Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) - Short and Long Forms. 1-15. Recuperado el 13 de octubre de 2016, de <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbm90aGVpcGFxfGd4OjE0NDgxMDk3NDU1YWwRIZTM>
- Ishimoto, Y., Yoshida, M., Nagata, K., Yamada, H., Hashizume, H., y Yoshimura, N. (2013). Consuming breakfast and exercising longer during high school increases bone mineral density in young adult men. *Bone and Mineral Metabolism*, 31(3), 329 - 336. doi:10.1007/s00774-012-0415-8
- Katsuyama, H., Otsuki, T., Tomita, M., Fukunaga, M., Fukunaga, T., Suzuki, N., . . . Sunami, S. (2005). Menaquinone-7 regulates the expressions of osteocalcin, OPG, RANKL and RANK in osteoblastic MC3T3E1 cells. *International Journal of Molecular Medicine*, 15, 231-236. doi:<https://doi.org/10.3892/ijmm.15.2.231>
- Kenney, W., Wilmore, J., y Costill, D. (2012). *Fisiología del Deporte y el Ejercicio* (5 ed.). Argentina: Editorial Medica Panamericana. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?id=Ho8uBgAAQBAJ&pg=PA271&dq=b>

eneficios+del+b%C3%A9isbol+para+la+salud&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEw  
iP9LbAi7PQAhUS1WMKHZpaCzQQ6AEILjAD#v=onepage&q=beneficios%  
20del%20b%C3%A9isbol%20para%20la%20salud&f=false

Kerr, A., Slater, G. J., Byrne, N., y Nana, A. (2016). Reliability of 2 Different Positioning Protocols for Dual-Energy X-ray Absorptiometry Measurement of Body Composition in Healthy Adults. *Journal of Clinical Densitometry*, 19(3), 282–289. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jocd.2015.08.002>

Klesges, R., Ward, K., Shelton, M., Applegate, W., Cantler, E., Palmieri, G., . . . Davis, J. (1996). Changes in bone mineral content in male athletes. Mechanisms of action and intervention effects. *JAMA*, 276(3), 226 - 230. doi:10.1001/jama.1996.03540030060033

Knapp, T.P., y Garrett , W.E. (1997). Stress Fracture: General Concepts. *Clinics in Sports Medicine*, 16(2), 339 – 356. doi:10.1016/S0278-5919(05)70026-0

Kohrt, W. M., Bloomfield, S.A., Little, K.D., Nelson, M.E., y Yingling, V.R. (2004). Physical activity and bone health. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(11), 1985 - 1996. doi:10.1249/01.MSS.0000142662.21767.58

Lafforgue, P. (2013 a). Adaptación del Hueso al Esfuerzo. *EMC Medicina*, 46(3), 1-8. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S1286-935X\(13\)65497-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1286-935X(13)65497-0)

Lafforgue, P. (2013 b). Fracturas por sobrecarga (fracturas por fatiga y fracturas por insuficiencia ósea). *EMC - Aparato Locomotor*, 46(3), 1 - 12. doi:10.1016/S1286-935X(13)65498-2

Lafita, J. (2003). Fisiología y fisiopatología ósea. *Anales Sis San Navarra*, 26(supl.3), 7 - 17. Obtenido de <http://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v26s3/original1.pdf>

Laguna, A. (2005). Sobre peso y obesidad: Algoritmo de manejo nutricio. *Revista de Endocrinología y Nutrición*, 13(2), 94-105. Obtenido de <http://www.medigraphic.com/pdfs/endoc/er-2005/er052e.pdf>

- Leonardo , R., Sospedra, I., Sanchis, I., Mañes, J., y Soriano, J. (2012). Comparison of the somatotype, nutritional assessment and food intake among university sport and sedentary students. *Medicina Clinica*, 139(2), 54 - 60. doi:10.1016/j.medcli.2011.03.034
- Lobo, G., Ladrón de Guevara, D., y Zerboni, A. (2004). Dual X-ray absorptiometry [DEXA] in normal Chilean women: Correlation between reference values and anthropometric variables. *Revista médica de Chile*, 132(6), 681-690. doi:10.4067/S0034-98872004000600004
- López, C.I., Archila, J.F., y Cantero, K.M. (2012). Aplicación de un método no destructivo para la obtención propiedades físicas de tejido óseo basado técnica imanenológica y herramientas software cad. *Prospect*, 10(2), 22 - 30. Obtenido de <http://repositorio.uac.edu.co/xmlui/bitstream/handle/11619/1236/Aplicaci%C3%B3n%20de%20un%20m%C3%A9todo%20no%20destructivo%20para%20la%20obtenci%C3%B3n%20propiedades.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lorentzon, M., Mellström, D., y Ohlsson, C. (2005). Association of Amount of Physical Activity With Cortical Bone Size and Trabecular Volumetric BMD in Young Adult Men: The GOOD Study. *Issue Journal of Bone and Mineral Research*, 20(11), 1936–1943. doi:10.1359/JBMR.050709
- Luchkin, N. (1970). *Levantamiento de pesas*. La Habana, Cuba: Ediciones Deportivas.
- Maïmoun, L., Coste, O., Mariano-Goulart, D., Galtier, F., Mura, T., y Philibert, P. (2011). In peripubertal girls, artistic gymnastics improves areal bone mineral density and femoral bone geometry without affecting serum OPG/RANKL levels. *Osteoporosis International*, 22(12), 3055 - 3066. doi:10.1007/s00198-011-1541-1
- Margulies, J. Y., Simkin, A., Leichter, I., Bivas, A., Steinberg, R., Giladi, M., . . . Milgrom, C. (1986). Effect of intense physical activity on the bone-mineral

content in the lower limbs of young adults. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 68(7), 1090 -1093. Obtenido de <http://jbj.org/content/68/7/1090>

Martín, J., Consuegra, B., y Martín, M. (2015). Factores nutricionales en la prevención de la osteoporosis. *Nutrición Hospitalaria*, 32(1), 49-55. doi:10.3305/nh.2015.32.sup1.9480

Mazess, R.B., Barden, H.S., Bissek, J.P., y Hanson, J. (1990). Dual-energy x-ray absorptiometry for total-body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. *The American Society for Clinical Nutrition*, 51(6), 1106 - 1112. Obtenido de <http://ajcn.nutrition.org/content/51/6/1106.short>

Michael, F., Holick, M.D., y Ph, D. (2007). Vitamin D Deficiency. *N Engl J Med*, 357, 266 - 281. doi:10.1056/NEJMra070553

Misch, C. E. (2009). *Implantología Contemporánea* (3ra ed.). Barcelona: Elsevier.

Moen, M., Tol, J., Weir, A., Steunebrink, M., y Winter, T. (2009). Medial Tibial Stress Syndrome: A Critical Review. *Sports Medicine*, 39(7), 523 - 546. doi:10.2165/00007256-200939070-00002

Monroy, K., Esparza, J., Guevara, A., Valencia, M., Méndez, R., Tortoledo, O., . . . Astiazarán, H. (2014). Impacto del tratamiento antineoplásico en el estado nutricional en pacientes con cáncer de mama. *Nutrición Hospitalaria*, 30(4), 876 - 882. doi:10.3305/nh.2014.30.4.7646

Montecinos, B.R., y Zeni, S. N. (2009). Marcadores bioquímicos del remodelamiento óseo.Utilidad clínica.*Acta bioquím. clín. latinoam*, 43(2), 177-193.Obtenido de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0325-29572009000200002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572009000200002&lng=es&tlng=es).

Montero, A., Úbeda, N., y García, A. (2006).Evaluación de los hábitos alimentarios de una población de estudiantes universitarios en relación con sus conocimientos nutricionales.*Nutrición hospitalaria*, 21(4), 466 - 473.Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2253805>

- Mora, S., y Gilsanz, V.(2003).Establishment of peak bone mass.*Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, 32(1), 39 - 63. doi:10.1016/S0889-8529(02)00058-0
- Moreno , M. (2012). Definición y clasificación de la obesidad. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23(2), 124-128.doi:https://doi.org/10.1016/S0716-8640(12)70288-2
- Mori, S., y Burr, D.B.(1993).Increased intracortical remodeling following fatigue damage.*Bone*, 14(2), 103–109. doi:10.1016/8756-3282(93)90235-3
- NHANES. (2007).National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), Dual Energy X-ray Absorptiometry (DXA) Procedures Manual. *Safer Healthier People*, 1-115.
- NHMRC.(2006).*Nutrient Reference Values for Australian and New Zealand*. Australian Government. Obtenido de <https://nhmrc.gov.au/sites/default/files/images/nutrient-reference-dietary-intakes.pdf>
- Nieves, J.W.(2013).Skeletal effects of nutrients and nutraceuticals, beyond calcium and vitamin D.*Osteoporosis International*, 24(3), 771-786. doi:10.1007/s00198-012-2214-4
- NIH. (2014). Osteoporosis and Related Bone Diseases. *The National Institutes of Health*, 1 - 5. Obtenido de [http://www.niams.nih.gov/Health\\_Info/Bone/Osteoporosis/osteoporosis\\_ff.pdf](http://www.niams.nih.gov/Health_Info/Bone/Osteoporosis/osteoporosis_ff.pdf)
- NIH. (2016). *Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU.* Obtenido de Instituto Nacional del Cáncer: <http://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario?cdrid=415884>
- Nikander , R., Sievänen , H., Heinonen, A., Karstila , T., y Kannus , P. (2008). Load-specific differences in the structure of femoral neck and tibia between world-class moguls skiers and slalom skiers. *Scandinavian Journal of*

*Medicine y Science in Sports*, 18(2), 145-153. doi:10.1111/j.1600-0838.2007.00643.x

Nikander, R., Sievänen, H., Heinonen, A., Kannus PT, P., y MSc. (2004). Femoral Neck Structure in Adult Female Athletes Subjected to Different Loading Modalities. *Journal of Bone and Mineral Research*, 20(3), 520 – 528. doi:10.1359/JBMR.041119

Nikander, R., Sievänen, H., Uusi-Rasi, K., Heinonen, A., y Kannus, P. (2006). Loading modalities and bone structures at nonweight-bearing upper extremity and weight-bearing lower extremity: A pQCT study of adult female athletes. *Bone*, 886 - 894. doi:10.1016/j.bone.2006.04.005

Nyisztor K, J., Carías, D., y Velazco, Y. (2014). Consumo de calcio y densidad mineral ósea en hombres jóvenes con diferentes niveles de actividad física. *Rev Venez Endocrinol Metab*, 12(1), 12 -24. Obtenido de <http://cania.msinfo.info/bases/biblo/texto/pdf2/nyisztor.pdf>

Nyman, J.S., Anuradha, R., Xinmei , S., Acuna, R.L., Jerrod , H.T., y Xiaodu , W. (2006). The influence of water removal on the strength and toughness of cortical bone. *Journal of Biomechanics*, 931–938. doi:10.1016/j.jbiomech.2005.01.012

OMS. (2016). Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 12 de octubre de 2016, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>

Oria, E. (2003). Factores preventivos y nutricionales de la osteoporosis. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 26(3), 81-90. Obtenido de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272003000600007](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272003000600007)

Ortega, M. I., Quizán, P. T., Morales, G. G., y Preciado, M. (1999). Cálculo de ingestión dietaria y coeficientes de adecuación a partir de: registro de 24 horas y frecuencia de consumo de alimentos. *Cuadernos de trabajo*, 1, 49.

*Centro de Investigación de Alimentación y Desarrollo A.C. Dirección de Nutrición. Hermosillo, Sonora.*

- Pauwels, F. (1973). Atlas zur Biomechanik der gesunden und kranken Hüfte: Prinzipien, Technik und Resultate einer kausalen Therapie. *Springer-Verlag*. doi:10.107/978-3-642-65490-0
- Peniche, C., y Boullosa, B. (2011). *Nutrición Aplicada al Deporte* (1 ed.). España, México, D.F.: McGraw-Hill. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?id=YBwICgAAQBAJ&pg=PR13&dq=nutri%C3%B3n+aplicada+al+deporte+beatriz+boullosa&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiK9uSD987ZAhVB3WMKHZqKBtgQ6AEILzAB#v=onepage&q&f=false>
- Quetelet, A., y Knox. (1835). Sur l'homme et le développement de ses facultés, essai d'une physique sociale. *Volumen 2*.
- Ramírez, E.I., Ortiz, A., Shouwenaars, R., y Ruiz, O. (2007). Modelado de hueso trabecular mediante paquetería de elemento finito basándose en estructuras de Voronoi. *Sociedad Mexicana de Ingeniería Mecánica*, 2(5), 151 - 156. Obtenido de [http://revistasomim.net/revistas/2\\_5/artic2.pdf](http://revistasomim.net/revistas/2_5/artic2.pdf)
- Rantalainen, T., Nikander, R., Daly, R., Heinonen, A., y Sievänen, H. (2011). Exercise loading and cortical bone distribution at the tibial shaft. *Bone*, 48(4), 786–791. doi:10.1016/j.bone.2010.11.013
- Riggs BL , y Melton L J III. (1995). *Osteoporosis. Etiology, Diagnosis and Treatment* (2 ed.). Lippincott-Raven Publishers: Hagerstown, MD, U.S.A.
- Riggs, B., y Melton III, L. (1992). The Prevention and Treatment of Osteoporosis. *N Engl J Med*, 327, 620 - 627. doi:10.1056/NEJM199208273270908
- Rizzoli, R., Bianchi, M.L., Garabédian, M., McKay, H.A., y Moreno, L.A. (2010). Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. *Bone*, 46(2), 294 – 305. doi:10.1016/j.bone.2009.10.005

Robert, G., y Price, C. (2012). *La guía definitiva - Entrenar con pesas para beisbol: Edición mejorada*. Chicago: Price World Publishing. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?id=klryoCsQunUC&printsec=frontcover&dq=ENTRENAMIENTO+DE+BEISBOL&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj8qan s-YLNAhWG6YMKHS7yA3IQ6AEILTAB#v=onepage&q=huesos&f=false>

Rozas, P., Reyes, R., y García, A. (2014). Capítulo 1 – Desarrollo normal del esqueleto y regulación de la formación y reabsorción óseas. *El hueso en las enfermedades endocrinas y nutricionales*, 1 - 17. doi:10.1016/B978-84-9022-503-5.00001-0

Sánchez, R. O. (1992). *Medicina del ejercicio físico y del deporte para la atención a la salud*. España: Diaz de Santos, S.A. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?id=VHLLaCDRxxQAC&pg=PA470&dq=Contenido+Mineral+%C3%93seo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwie9o-79pbMAhVEsYMKHTFfDBIQ6wEIJTAC#v=onepage&q=Contenido%20Mineral%20%C3%93seo&f=false>

Santamaría, O. M., y Moreno, W. A. (2015). El IPAQ como instrumento de medición de actividad física en empleados de la Universidad de los Llanos. *Impetus, facultad de ciencias humanas y de la educación*, 9(1), 81 - 86. Obtenido de <http://revistaimpetus.unillanos.edu.co/ojs/index.php/Imp1/article/view/132/103>

Scerpella, J., Buehring, B., Hetzel, S., y Heiderscheit, B. (2018). Increased Leg Bone Mineral Density and Content During the Initial Years of College Sport. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(4), 1123–1130. doi:10.1519/JSC.0000000000001929

Schipilow, J., Macdonald, H., Liphardt, A., Kan, M., y Boyd, S. (2013). Bone micro-architecture, estimated bone strength, and the muscle-bone interaction in elite athletes: An HR-pQCT study. *Bone*, 56(2), 281-289. doi:10.1016/j.bone.2013.06.014

- Seca. (2016). *Tallímetro mecánico telescópico con amplio alcance de medición*. Recuperado el 12 de Octubre de 2016, de [https://www.seca.com/es\\_es/productos/todos-los-productos/detalles-del-producto/seca222.html#referred](https://www.seca.com/es_es/productos/todos-los-productos/detalles-del-producto/seca222.html#referred)
- SER. (2009). *Manual de Enfermedades Óseas* (2 ed.). (E. R. Sociedad, Ed.) Argentina: Editorial Médica Panamericana.
- Siff, C., y Verhoshansky, Y. (2000). *Super Entrenamiento* (2 ed.). Barcelona: Paidotribo.
- Silva, C., Goldberg, B. L., Teixeira, S., y Dalmas, J. (2011). The impact of different types of physical activity on total and regional bone mineral density in young Brazilian athletes. *Journal of Sports Sciences*, 29(3), 227 - 234. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2010.529456>
- Simon, S. R. (1994). Orthopaedic basic science. *Amer Academy of Orthopaedic*, 143 - 161.
- Smith EL, y Gilligan C . (1989). Mechanical forces and bone. *Journal of Bone and Mineral Research*, 6, 139–173.
- Stanforth, D., Lu, T., Stults-Kolehmainen, M., Crim, B., y Stanforth, P. (2016). Bone Mineral Content and Density Among Female NCAA Division I Athletes Across the Competitive Season and Over a Multi-Year Time Frame. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(10), 2828 – 2838. doi:10.1519/JSC.0000000000000785
- Suárez, L., Moreno, J. M., Martínez, V., Aranceta, J., Dalmau, J., Gil, A., . . . Pavón, P. (2011). Calcium intake and bone mineral density in a group of Spanish school-children. *Anales de Pediatría*, 74(1), 3 - 9. doi:<https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2010.07.001>
- Tenforde, A. S., Sainani, K. L., Sayres, L. C., Milgrom, C., y Fredericson, M. (2015). Participation in Ball Sports May Represent a Prehabilitation Strategy

to Prevent Future Stress Fractures and Promote Bone Health in Young Athletes. *PM&R*, 7(2), 222–225. doi:10.1016/j.pmrj.2014.09.017

Toumba, M., y Skordis, N. (2010). Osteoporosis Syndrome in Thalassaemia Major: An Overview. *Journal of Osteoporosis*, Vol. 2010(Article ID 537673), 7 pages. doi:http://doi.org/10.4061/2010/537673

Turner, C., Owan, I., y Takano, Y. (1995). Mechanotransduction in bone: role of strain rate. *American Physiological Society*, 269(3), E438 - E442. Obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7573420>

Tveit, M., Rosengren, B. E., Nilsson, J. A., Ahlborg, H. G., y Karlsson, M. K. (2013). Bone mass following physical activity in young years: a mean 39-year prospective controlled study in men. *Osteoporosis International*, 24(4), 1389 - 1397. doi:10.1007/s00198-012-2081-z

Vargas, M., Becerra, F., y Prieto, E. (2010). Evaluating university students' dietary intake in Bogotá, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 12(1), 116 - 125. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v12n1/v12n1a11.pdf>

Vasconcelos, A. (2005). *Planificación y organización del entrenamiento deportivo* (2 ed.). Barcelona: Paidotribo. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?id=NM0-H3TDdLAC&pg=PA55&dq=definicion+de+carga+de+entrenamiento+deportivo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjh9eLqsqvPAhUH9mMKH4D2MQ6AEIGzAA#v=onepage&q=definicion%20de%20carga%20de%20entrenamiento%20deportivo&f=false>

Vergara, F. J., y Azar, S. C. (2014). *Lesiones y Enfermedades, Edema Óseo, Clínica MEDS, Medicina Deportiva*. Obtenido de <http://www.meds.cl/lesiones-y-enfermedades/articulo/edema-oseo>

Viguet-Carrin, S., Garnero, P., y Delmas, P. (2006). The role of collagen in bone strength. *Osteoporosis International*, 17(3), 319 - 336. doi:10.1007/s00198-005-2035-9

- Virvidakis, K., Georgiou, E., Korkotsidis, A., K. Ntalles, K., y Proukakis, C. (1990). Bone Mineral Content of Junior Competitive Weightlifters. *International Journal of Sports Medicine*, 11(3), 244-246. doi:10.1055/s-2007-1024800
- Weidauer, L., Eilers, M., Binkley, T., Vukovich, M., y Specker, B. (2012). Effect of different collegiate sports on cortical bone in the tibia. *J Musculoskeletal Neuronal Interact*, 12(2), 68-73. Obtenido de <http://www.ismni.org/jmni/pdf/48/03WEIDAUER.pdf>
- Weidauer, L., Minett, M., Negus, C., Binkley, T., Vukovich, M., Wey, H., y Specker, B. (2014). Odd-impact loading results in increased cortical area and moments of inertia in collegiate athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 114(7), 1429–1438. doi:10.1007/s00421-014-2870-5
- Weíneck, J. (2005). *Entrenamiento Total*. Barcelona: Paidotribo. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?id=blGKlpVmNrcC&printsec=frontcover&dq=entrenamiento+total&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiP5p26oK7PAhVW1WMKHdICCOQQ6AEIGzAA#v=onepage&q=entrenamiento%20total&f=false>
- Whalen, R., y Carter, D. (1988). Influence of physical activity on the regulation of bone density. *Journal of Biomechanics*, 21(10), 828 - 837. doi:10.1016/0021-9290(88)90015-2
- Williams, M. H. (2002). *Nutrición para la Salud, la Condición Física y el Deporte*. Barcelona: Paidotribo. Obtenido de [https://books.google.es/books?id=8rSpvU2FISMC&printsec=frontcover&vq=calcio&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q=calcio&f=false](https://books.google.es/books?id=8rSpvU2FISMC&printsec=frontcover&vq=calcio&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q=calcio&f=false)
- Witwicka, H., Hwang, S.-Y., y Odgren, P. (2014). *The Structure of Bone*. University of Massachusetts Medical School, Worcester, MA, USA: Reference Module in Biomedical Sciences. doi:10.1016/B978-0-12-801238-3.03760-0

- Zambrano, R., Colina, J., Valero, Y., Herrera, H., y Valero, J. (2013). Evaluación de hábitos alimentarios y estado nutricional en adolescentes de Caracas, Venezuela. *Nutrición y Salud Pública*, 26(2), 86 - 94. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Jhoana\\_Colina/publication/267451641\\_Evaluacin\\_de\\_hbitos\\_alimentarios\\_y\\_estado\\_nutricional\\_en\\_adolescentes\\_de\\_Caracas\\_Venezuela/links/544fdc900cf201441e9350fc.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jhoana_Colina/publication/267451641_Evaluacin_de_hbitos_alimentarios_y_estado_nutricional_en_adolescentes_de_Caracas_Venezuela/links/544fdc900cf201441e9350fc.pdf)
- Zribi, A., Zouch, M., Chaari, H., Bouajina, E., Zouali, M., Nebigh, A., y Tabka, Z. (2014). Enhanced Bone Mass and Physical Fitness in Prepubescent Basketball Players. *Journal of Clinical Densitometry: Assessment & Management of Musculoskeletal Health*, 17(1), 156 - 162.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jocd.2013.04.001>

## Anexos

### Anexo A: Recordatorio de 24 horas

Clave: \_\_\_\_\_ Fecha de Entrevista: \_\_\_\_\_ No. de Recordatorio \_\_\_\_\_

Nombre del Entrevistado: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ años, \_\_\_\_\_ meses

	Hora de Comidas	Descripción de los alimentos	Lugar	Porción Consumida	Gramos	Código
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

¿Este fue un día normal de consumo?

1.- \_\_\_\_\_ si

2.- \_\_\_\_\_ no ¿Por qué? \_\_\_\_\_

¿Está tomando algún suplemento?

1.- \_\_\_\_\_ si

2.- \_\_\_\_\_ no ¿Cual? \_\_\_\_\_

## Anexo B: Carta de consentimiento Informado



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA



Comportamiento en el Contenido Mineral Óseo en Atletas de Béisbol y Voleibol

Responsable del proyecto: Dr. Ricardo López García

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Fecha: \_\_\_\_\_

Se me extiende una invitación para el proyecto titulado “Comportamiento en el Contenido Mineral Óseo en Atletas de Béisbol y Voleibol”, reconozco que el propósito de este estudio es evaluar el comportamiento del Contenido Mineral Óseo (CMO) y la Densidad Mineral Ósea (DMO) de las extremidades superiores e inferiores, así como de la región lumbar y cuello de fémur, al inicio y al final de un macrociclo de entrenamiento de voleibol y béisbol varonil universitario. Para ello me realizarán dos evaluaciones por Absorciometría de Rayos “X” por Energía Dual (DEXA) en el Centro de Investigación de Alimentación y Desarrollo (CIAD), al mismo tiempo se aplicará la encuesta del Recordatorio de 24 Horas (R24H) dos veces por semana, además de la aplicación del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ). Conjuntamente se me ha comunicado a detalle el objetivo de la cooperación y al aceptar participar en este proyecto de investigación, los resultados obtenidos serán manejados en forma confidencial y en ningún momento se violará mi privacidad. Entiendo también que todas las pruebas realizadas durante este estudio no implicarán ningún costo extra para mí y que los gastos serán absorbidos por el investigador, así como entiendo que los resultados obtenidos podrán ser publicados en revistas de divulgación científica.

Concibo que estoy en mi derecho de solicitar cualquier aclaración o información acerca de la investigación en cualquier momento del desarrollo de la misma y estoy en la libertad de retirarme de este estudio en el momento que desee, por lo que otorgo mi firma como evidencia de que estoy otorgando pleno consentimiento para que se me apliquen las pruebas antes mencionadas.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del participante

## Anexo C: Exploración uno de cuerpo completo, a través de DEXA

### Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Coordinación de Nutrición Hermosillo, Sonora

Teléfono:

Nombre:	Sexo: Hombre	Altura: 166.1 cm
ID del paciente:	Raza: Hispana	Peso: 65.4 kg
Fecha de nacimiento:		Edad: 23

#### Información de la exploración:

Fecha exploración: 15 Noviembre 2016 ID: A1115160K

Tipo exploración: a Cuerpo entero

Análisis: 24 Febrero 2017 10:45 Versión 13.4.2

Auto Whole Body

Operador:

Modelo: Discovery Wi (S/N 88035)

Comentario:

#### Resumen de resultados DEXA:

Región	CMO (g)	Grasa Masa (g)	Inclinación Masa (g)	Inclinación + CMO (g)	Total Masa (g)	% de grasa
Brazo I	192	609.8	2923.3	3114.9	3724.7	16.4
Brazo D	166	581.4	2865.4	3031.6	3613.0	16.1
Tronco	687	6780.0	24148.4	24835.3	31615.3	21.4
Pierna I	476	2542.4	7714.8	8191.3	10733.7	23.7
Pierna D	453	2434.0	7392.7	7845.2	10279.2	23.7
Subtotal	1974	12947.6	45044.6	47018.3	59965.9	21.6
Cabeza	415	986.2	2987.4	3402.5	4388.7	22.5
<b>Total</b>	<b>2389</b>	<b>13933.8</b>	<b>48032.0</b>	<b>50420.8</b>	<b>64354.6</b>	<b>21.7</b>

TBAR1209 - NHANES BCA calibration

HOLOGIC®

Anexo D: Exploración dos de cuerpo completo, a través de DEXA

**Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C.**  
 Coordinación de Nutrición  
 Hermosillo, Sonora

Teléfono:

Nombre:	Sexo: Hombre	Altura: 166.1 cm
ID del paciente:	Raza: Hispana	Peso: 65.4 kg
Fecha de nacimiento:		Edad: 23

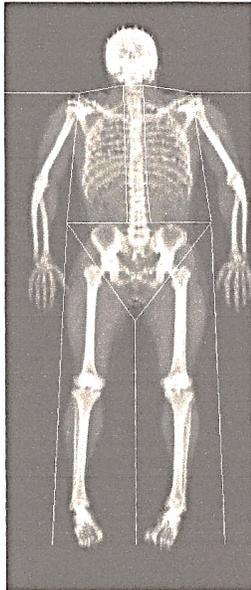


Imagen no válida para uso diagnóstico  
 k = 1.171, d0 = 43.2  
 318 x 150

**Información de la exploración:**

Fecha exploración: 15 Noviembre 2016 ID: A1115160K

Tipo exploración: a Cuerpo entero

Análisis: 24 Febrero 2017 10:45 Versión 13.4.2

Auto Whole Body

Operador:

Modelo: Discovery Wi (S/N 88035)

Comentario:

**Resumen de resultados DEXA:**

Región	Grasa Masa (g)	Inclinación + CMO (g)	% de grasa
Brazo I	609.8	3114.9	16.4
Brazo D	581.4	3031.6	16.1
Tronco	6780.0	24835.3	21.4
Pierna I	2542.4	8191.3	23.7
Pierna D	2434.0	7845.2	23.7
Subtotal	12947.6	47018.3	21.6
Cabeza	986.2	3402.5	22.5
<b>Total</b>	<b>13933.8</b>	<b>50420.8</b>	<b>21.7</b>

TBAR1209 - NHANES BCA calibration

**HOLOGIC®**

## Anexo E: Exploración tres de cuerpo completo, a través de DEXA

### Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Coordinación de Nutrición Hermosillo, Sonora

Teléfono:

Nombre:  
ID del paciente:  
Fecha de nacimiento:

Sexo: Hombre  
Raza: Hispana

Altura: 166.1 cm  
Peso: 65.4 kg  
Edad: 23

Médico remitente: ROME

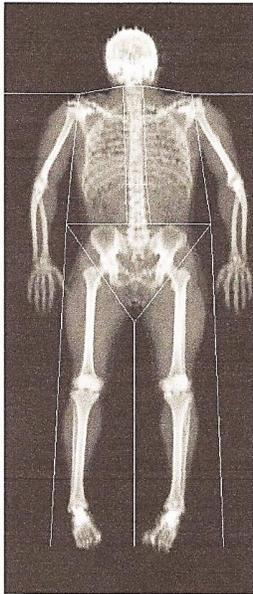


Imagen no válida para uso diagnóstico  
k = 1.171, d0 = 43.2  
318 x 150

#### Información de la exploración:

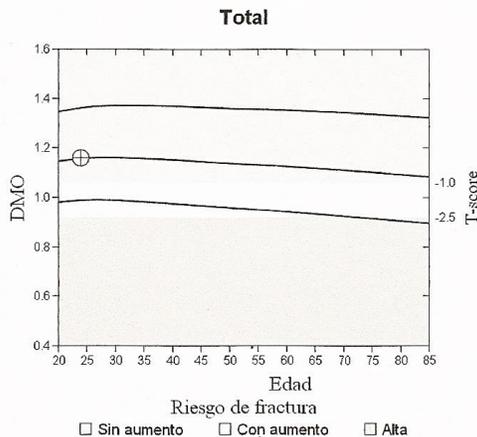
Fecha exploración: 15 Noviembre 2016 ID: A1115160K  
Tipo exploración: a Cuerpo entero  
Análisis: 24 Febrero 2017 10:45 Versión 13.4.2:5  
Auto Whole Body

Operador:  
Modelo: Discovery Wi (S/N 88035)  
Comentario:

#### Resumen de resultados DEXA:

Región	Área (cm <sup>2</sup> )	CMO (g)	DMO (g/cm <sup>2</sup> )	T-score	RM (%)	Z-score	EC (%)
Brazo I	215.24	191.66	0.890				
Brazo D	189.02	166.24	0.880				
Cost. I	152.23	108.05	0.710				
Cost. D	127.97	96.48	0.754				
Colum. D	138.93	126.54	0.911				
Colum. L	56.35	69.32	1.230				
Pelvis	243.81	286.44	1.175				
Pierna I	379.21	476.45	1.256				
Pierna D	344.38	452.51	1.314				
Subtotal	1847.13	1973.69	1.069				
Cabeza	213.67	415.06	1.943				
<b>Total</b>	<b>2060.80</b>	<b>2388.75</b>	<b>1.159</b>	<b>0.0</b>	<b>100</b>	<b>0.1</b>	<b>100</b>

CV de DMO Total 1.0%, ACF = 1.032, BCF = 1.013



Comentario:

T-score vs. Hispana Hombre; Z-score vs. Hispana Hombre. Fuente:2008 NHANES Hispanic Male

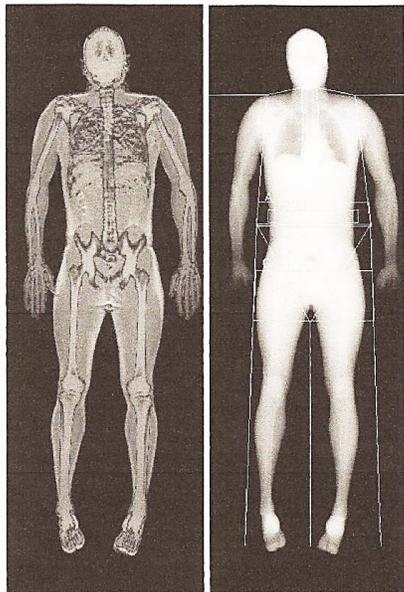
HOLOGIC®

## Anexo F: Exploración de la composición corporal, a través de DEXA

### Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Coordinación de Nutrición Hermosillo, Sonora

Teléfono:

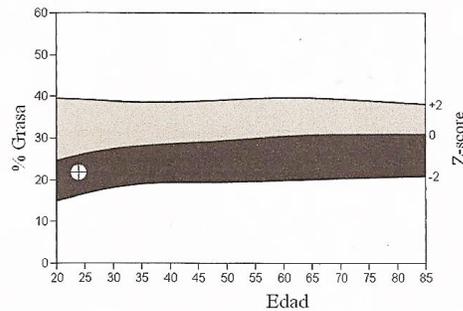
Nombre:	Sexo: Hombre	Altura: 166.1 cm
ID del paciente:	Raza: Hispana	Peso: 65.4 kg
Fecha de nacimiento:		Edad: 23



Imágenes no válidas para uso diagnóstico



#### % de grasa corporal total

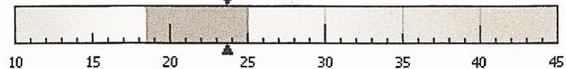


Origen: 2008 NHANES Hispanic Male

Clasificación del Índice de masa corporal según la Organización Mundial de la Salud

BMI = 23.7 WHO Classification Normal

Debajo del peso Normal Sobrepeso Obesidad I Obesidad II Obesidad III



El IMC tiene algunas limitaciones y el diagnóstico real de sobrepeso u obesidad debe estar dado por un profesional de la salud. La obesidad está asociada con enfermedades cardíacas, ciertos tipos de cáncer, diabetes tipo 2 y otros riesgos de la salud. Si la persona tiene un IMC superior a 25, existen mayores riesgos relacionados con el peso.

#### Resultados de composición corporal

Región	Grasa Masa (g)	Inclinación + CMO (g)	Total % de grasa Masa (g)	% de grasa T-score	% de grasa Z-score	
Brazo I	610	3115	3725	16.4	-1.5	-1.4
Brazo D	581	3032	3613	16.1	-1.7	-1.6
Tronco	6780	24835	31615	21.4	-0.8	-0.7
Pierna I	2542	8191	10734	23.7	-0.6	-0.6
Pierna D	2434	7845	10279	23.7	-0.6	-0.6
Subtotal	12948	47018	59966	21.6	-0.8	-0.8
Cabeza	986	3402	4389	22.5		
<b>Total</b>	<b>13934</b>	<b>50421</b>	<b>64355</b>	<b>21.7</b>	<b>-0.8</b>	<b>-0.7</b>
Androide (A)	1131	3302	4433	25.5		
Ginoide (G)	2552	7974	10526	24.2		

Fecha exploración: 15 Noviembre 2016 ID: A1115160K

Tipo exploración: a Cuerpo entero

Análisis: 24 Febrero 2017 10:45 Versión 13.4.2

Auto Whole Body

Operador:

Modelo: Discovery Wi (S/N 88035)

Comentario:

#### Índices adiposos

Medida	Resultado	T-score	Z-score
% de grasa corporal total	21.7	-0.8	-0.7
Masa grasa/altura <sup>2</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	5.05	-0.9	-0.8
Proporción androide/ginoide	1.05		
% gras. en tron./% gras. en pier.	0.91	-0.5	-0.4
Prop. de masa grasa de tron./extr.	1.10	0.1	0.3
Est. VAT Mass (g)	333		
Est. VAT Volume (cm <sup>3</sup> )	360		
Est. VAT Area (cm <sup>2</sup> )	69.2		

#### Lean Indices

Medida	Resultado	T-score	Z-score
Lean/Height <sup>2</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	17.4	-0.6	-0.5
Appen. Lean/Height <sup>2</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	7.57	-0.8	-0.7

# Anexo G: Exploración del CMO y la DMO en columna, a través de DEXA

## Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Coordinación de Nutrición Hermosillo, Sonora

Teléfono:

Nombre:	Sexo: Hombre	Altura: 166.1 cm
ID del paciente:	Raza: Hispana	Peso: 65.4 kg
Fecha de nacimiento:		Edad: 23

Médico remitente: ROME

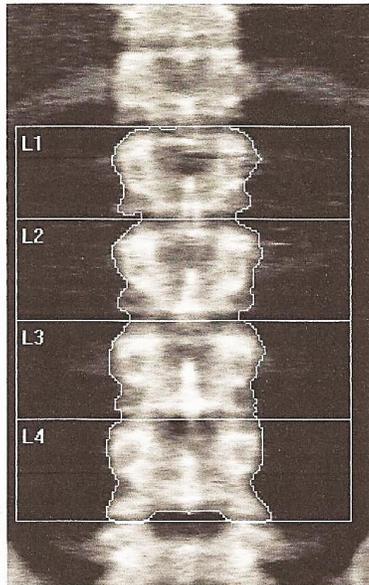


Imagen no válida para uso diagnóstico  
k = 1.137, d0 = 41.9  
116 x 137

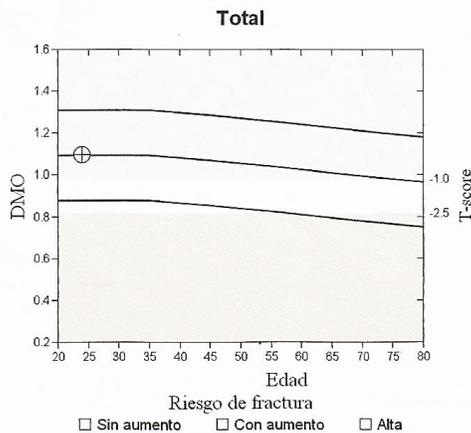
### Información de la exploración:

Fecha exploración: 15 Noviembre 2016 ID: A1115160L  
Tipo exploración: f Columna vertebral lumbar  
Análisis: 24 Febrero 2017 10:43 Versión 13.4.2:5  
columna dorsal  
Operador:  
Modelo: Discovery Wi (S/N 88035)  
Comentario:

### Resumen de resultados DEXA:

Región	Área (cm <sup>2</sup> )	CMO (g)	DMO (g/cm <sup>2</sup> )	T - score	RM (%)	Z - score	EC (%)
L1	14.33	14.18	0.990	-0.8	92	-0.8	92
L2	16.20	17.93	1.107	0.1	101	0.1	101
L3	16.83	19.37	1.151	0.4	104	0.4	104
L4	18.01	20.14	1.118	0.3	103	0.3	103
<b>Total</b>	<b>65.37</b>	<b>71.63</b>	<b>1.096</b>	<b>0.0</b>	<b>100</b>	<b>0.0</b>	<b>100</b>

CV de DMO Total 1.0%, ACF = 1.032, BCF = 1.013, TH = 6.844  
Clasificación de la OMS: Normal  
Riesgo de fractura: Sin aumento



T-score vs. Hispana Hombre; Z-score vs. Hispana Hombre. Origen: Hologic

**Comentario:**

**HOLOGIC®**

## Anexo H: Exploración del CMO y la DMO en fémur, a través de DEXA

### Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Coordinación de Nutrición Hermosillo, Sonora

Teléfono:

Nombre:	Sexo: Hombre	Altura: 166.1 cm
ID del paciente:	Raza: Hispana	Peso: 65.4 kg
Fecha de nacimiento:		Edad: 23

Médico remitente: ROME

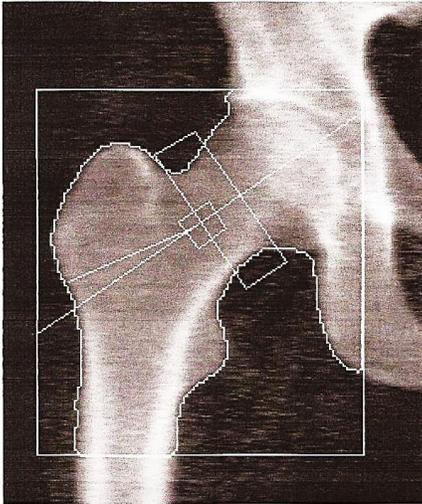


Imagen no válida para uso diagnóstico  
k = 1.135, d0 = 45.2  
98 x 110  
CUELLO: 49 x 15

#### Información de la exploración:

Fecha exploración: 15 Noviembre 2016 ID: A11151600

Tipo exploración: f Cadera derecha

Análisis: 22 Febrero 2017 12:46 Versión 13.4.2:5  
Cadera

Operador:

Modelo: Discovery Wi (S/N 88035)

Comentario:

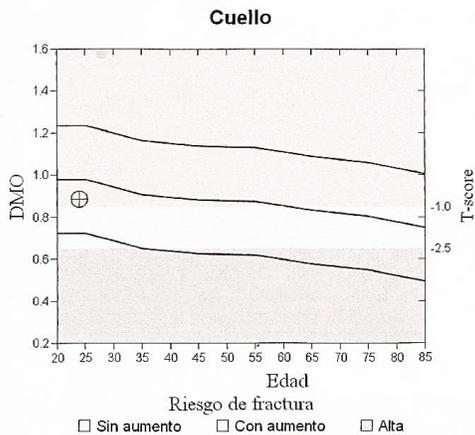
#### Resumen de resultados DEXA:

Región	Área (cm <sup>2</sup> )	CMO (g)	DMO (g/cm <sup>2</sup> )	T - score	RM (%)	Z - score	EC (%)
Cuello	5.04	4.46	0.887	-0.7	91	-0.7	91
Trocánter	11.21	9.08	0.810	0.3	104	0.3	104
Inter	23.98	29.99	1.251	0.2	103	0.2	103
Total	40.22	43.53	1.082	0.2	103	0.2	103
de Ward	1.13	0.82	0.726	-0.7	88	-0.7	88

CV de DMO Total 1.0%, ACF = 1.032, BCF = 1.013, TH = 5.905

Clasificación de la OMS: Normal

Riesgo de fractura: Sin aumento



T-score vs. Hispana Hombre; Z-score vs. Hispana Hombre. Fuente: NHANES

Comentario:

**HOLOGIC®**

## **Anexo I: Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)**

### **CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA (Octubre de 2002)**

#### **VERSIÓN CORTA FORMATO AUTO ADMINISTRADO - ÚLTIMOS 7 DÍAS PARA USO CON JÓVENES Y ADULTOS DE MEDIANA EDAD (15-69 años)**

Los Cuestionarios Internacionales de Actividad Física (IPAQ, por sus siglas en inglés) contienen un grupo de 4 cuestionarios. La versión larga (5 objetivos de actividad evaluados independientemente) y una versión corta (4 preguntas generales) están disponibles para usar por los métodos por teléfono o auto administrada. El propósito de los cuestionarios es proveer instrumentos comunes que pueden ser usados para obtener datos internacionalmente comparables relacionados con actividad física relacionada con salud.

#### **Antecedentes del IPAQ**

El desarrollo de una medida internacional para actividad física comenzó en Ginebra en 1998 y fue seguida de un extensivo examen de confiabilidad y validez hecho en 12 países (14 sitios) en el año 2000. Los resultados finales sugieren que estas medidas tienen aceptables propiedades de medición para usarse en diferentes lugares y en diferentes idiomas, y que son apropiadas para estudios nacionales poblacionales de prevalencia de participación en actividad física.

#### **Uso del IPAQ**

Se recomienda el uso de los instrumentos IPAQ con propósitos de monitoreo e investigación. Se recomienda que no se hagan cambios en el orden o redacción de las preguntas ya que esto afectará las propiedades sicométricas de los instrumentos.

#### **Traducción del inglés y Adaptación Cultural**

Traducción del Inglés es sugerida para facilitar el uso mundial del IPAQ. Información acerca de la disponibilidad del IPAQ en diferentes idiomas puede ser obtenida en la página de internet [www.ipaq.ki.se](http://www.ipaq.ki.se). Si se realiza una nueva

traducción recomendamos encarecidamente usar los métodos de traducción nuevamente al inglés disponible en la página web de IPAQ. En lo posible por favor considere poner a disposición de otros su versión traducida en la página web de IPAQ. Otros detalles acerca de traducciones y adaptación cultural pueden ser obtenidos en la página web.

### **Otros Desarrollos de IPAQ**

Colaboración Internacional relacionada con IPAQ es continua y un **Estudio Internacional de Prevalencia de Actividad Física** se encuentra en progreso. Para mayor información consulte la página web de IPAQ.

### **Información Adicional**

Información más detallada del proceso IPAQ y los métodos de investigación usados en el desarrollo de los instrumentos IPAQ se encuentra disponible en la página [www.ipaq.ki.se](http://www.ipaq.ki.se) y en Booth, M.L. (2000). Assessment of Physical Activity: An International Perspective. Research

Quarterly for Exercise and Sport, 71 (2): s114-20. Otras publicaciones científicas y presentaciones acerca del uso del IPAQ se encuentran resumidas en la página Web.

## 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 aquellas 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** 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. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

1. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días realizó usted actividades Físicas **vigorosas** como levantar objetos pesados, excavar, aeróbicos, o pedalear rápido en bicicleta?

\_\_\_\_\_ **Días por semana**

Ninguna actividad física vigorosa → **Pase a la pregunta 3**

2. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le tomó realizar actividades físicas **vigorosas** en uno de esos días que las realizó?

\_\_\_\_\_ **Horas por día**

\_\_\_\_\_ **Minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca de todas aquellas actividades **moderadas** que usted realizo en los **últimos 7 días**. Actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

3. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como cargar objetos livianos, pedalear en bicicleta a paso regular, o jugar dobles de tenis? No incluya caminatas.

\_\_\_\_\_ **Días por semana**

Ninguna actividad física moderada → **Pase a la pregunta 5**

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

\_\_\_\_\_ **Horas por día**

\_\_\_\_\_ **Minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca del tiempo que usted dedicó a caminar en los **últimos 7 días**. Esto incluye trabajo en la casa, caminatas para ir de un sitio a otro, o cualquier otra caminata que usted hizo únicamente por recreación, deporte, ejercicio, o placer.

5. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos?

USA Spanish version translated 3/2003 - SHORT LAST 7 DAYS SELF-ADMINISTERED version of the IPAQ – Revised August 2002

\_\_\_\_\_ **Días por semana**

No caminó → **Pase a la pregunta 7**

Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **caminando**?

\_\_\_\_\_ **Horas por día**

\_\_\_\_\_ **Minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

La última pregunta se refiere al tiempo que usted permaneció **sentado(a)** en la semana en los **últimos 7 días**. Incluya el tiempo sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto puede incluir tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando televisión.

6. 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)

**Este es el final del cuestionario, gracias por su participación.**