

Diámetros óseos y su relación con el IMC y porcentaje grasa en deportistas universitarios mexicanos

Bone diameters and their relationship with BMI and fat percentage in Mexican college athletes

*Ricardo López García, *José Omar Lagunes Carrasco, *Luis Enrique Carranza García, *Ricardo Navarro-Orocio,

**Andrés Aquilino Castro Zamora

*Universidad Autónoma de Nuevo León (México), **Universidad Estatal de Sonora (México)

Resumen: El objetivo de este estudio fue relacionar los diámetros óseos con el IMC (índice de masa corporal) y el porcentaje grasa en deportistas universitarios mexicanos. Se realizó un estudio descriptivo transversal, con una muestra de 335 hombres ($21,26 \pm 1,97$ años) y 339 mujeres ($20,83 \pm 2,97$ años). A los participantes se les midió peso y estatura para obtener el IMC, y clasificar los rangos en normopeso y sobrecarga ponderal (sobrepeso y obesidad). También se evaluaron diámetros óseos (biacromial, transverso del tórax, antero-posterior del tórax, biiliocrestal, húmero y fémur) y pliegues cutáneos para obtener el porcentaje de grasa. Todas las mediciones se realizaron siguiendo las recomendaciones de la ISAK. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el software SPSS (Versión 25). Los hombres y mujeres que presentaron un IMC de sobrecarga ponderal mostraron diámetros óseos más anchos y un mayor porcentaje grasa que los de normopeso ($p = 0,000$). Resultaron altas correlaciones del diámetro transverso del tórax y diámetro antero-posterior del tórax con un IMC ($p \leq 0,001$) y, asociaciones moderadas en los diámetros transverso del tórax, antero-posterior del tórax, biiliocrestal y fémur con el porcentaje grasa ($p \leq 0,001$). Tener un mayor diámetro óseo puede estar asociado con un elevado IMC de sobrepeso y obesidad, y un alto porcentaje de grasa.

Palabras claves: diámetros óseos, IMC, deportistas, porcentaje grasa, obesidad.

Abstract: The aim of this study was to relate bone diameters with BMI (body mass index) and fat percentage in Mexican university athletes. A descriptive cross-sectional study was carried out with a sample of 335 men (21.26 ± 1.97 years) and 339 women (20.83 ± 2.97 years). Participants were measured for weight and height to obtain BMI, and to classify the ranges into normal weight and ponderal index (overweight and obesity). Bone diameters (biacromial, transverse thoracic, antero-posterior thoracic, biiliocrestal, humerus and femur) and skinfolds were also evaluated to obtain the percentage of fat. All measurements were performed according to ISAK recommendations. Statistical analyses were performed with SPSS software (Version 25). Men and women with a ponderal index BMI showed wider bone diameters and a higher percentage of fat than those with normal weight ($p = 0.000$). High correlations of transverse thoracic diameter and antero-posterior thoracic diameter with BMI ($p \leq 0.001$) and moderate associations of transverse thoracic, antero-posterior thoracic, biiliocrestal and femur diameters with fat percentage ($p \leq 0.001$) resulted. Having a larger bone diameter may be associated with an elevated BMI of overweight and obesity, and a high percentage of fat.

Key words: bone diameters, BMI, athletes, fat percentage, obesity.

Introducción

El esqueleto puede modificarse en la longitud y el ancho del hueso durante el crecimiento y desarrollo, esto puede deberse a factores ambientales, genéticos y hormonales (Godoy-Cumillaf et al., 2020; Kagawa et al., 2007). Sin embargo, el peso corporal, la composición corporal como la grasa y el IMC pueden estar asociados con el ancho o grosor óseo (Nicks et al., 2012; Contreras et al., 2020). Las mediciones antropométricas de los pliegues cutáneos y las circunferencias se realizan para obtener la masa grasa, masa magra o masa libre de grasa (MLG) y masa muscular, sin embargo, para obtener el ancho del hueso se deben realizar las mediciones de los diámetros óseos (Esparza Ros et al., 2019). El IMC se utiliza para poder indicar el nivel de exceso peso en sujetos dependiendo de la estatura,

lo cual puede arrojarnos el riesgo de tener problemas de sobrepeso u obesidad, clasificándolo por niveles, con puntos de corte para adultos, en el que con un IMC de 25 a 29 kg/m^2 se establece como sobrepeso y un IMC de ≥ 30 se establece como obesidad (OMS, 2021). El tener un elevado IMC, indica tener una mayor grasa corporal, los cuales incrementan el riesgo para generar lesiones en los deportistas, además que se asocia con un nivel bajo de rendimiento físico (Blázquez et al., 2020; Cossio-Bolaños et al., 2020; Costa et al., 2018; Salinas et al., 2020; Sepúlveda et al., 2020).

Aunque hay estudios aplicados en deportes como en el fútbol americano (García et al., 2021), donde el 85% de sus jugadores tienen un IMC elevado, llegando al sobrepeso y obesidad, esto puede influir a la alta cantidad de masa magra o masa muscular, ya que para obtener el IMC solo se necesita el peso corporal y estatura, y no los

componentes corporales como masa magra o músculo (Ogden et al., 2006). No obstante, se ha mostrado que al presentar un alto IMC existe una relación en tener una elevada grasa corporal (Campos et al., 2019). Hay estudios en deportistas en que se muestran que tener una medición elevada del diámetro óseo suelen obtener un mayor IMC llegando al sobrepeso y obesidad, en el cual, arrojaron un mayor porcentaje de grasa (Abraham, 2010; Chumlea, 2002; Holway 2005; Holway & Garavaglia, 2009; Iglesias et al., 2019). Por lo que es importante evaluar la estructura ósea como el ancho y diámetro del hueso utilizando el método de la antropometría, y así predecir el riesgo de tener un alto IMC y por consecuencia un alto porcentaje de grasa, que en futuro trae consecuencias como el sobrepeso y la obesidad, que la Organización Mundial de la Salud (OMS) las clasifica como unas de las principales causas de muerte (Chrostowska et al., 2013; Pedersen, 2013).

Se han encontrado pocos estudios sobre la estructura ósea y sus efectos en el sobrepeso y obesidad, la mayoría utilizan como método de medición la densitometría dual de rayos X (DEXA), en la cual evalúan el área del hueso y su relación con la densidad ósea (Petit et al., 2005), y otros utilizan la antropometría a través de fórmulas (Alvear-Vasquez et al., 2020). Por lo tanto, utilizar el método de medición como la antropometría para evaluar el hueso y asociarlo con la composición corporal (IMC y grasa), puede ser una herramienta de fácil acceso, y así poder prevenir el exceso de peso. El objetivo de este estudio fue relacionar los diámetros óseos con el IMC y porcentaje de grasa en deportistas universitarios mexicanos.

Material y método

Participantes

Se realizó un estudio descriptivo transversal, con una muestra de 335 hombres ($21,26 \pm 1,97$ años de edad) y 339 mujeres ($20,83 \pm 2,97$ años de edad), deportistas de alto rendimiento amateur universitarios de atletismo, basquetbol, balonmano, deportes de combate (judo, taekwondo, karate), fútbol, fútbol bandera (flag football) y voleibol. Todos los deportistas pertenecen a los equipos representativos de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Los deportistas que participaron en este estudio realizaban entrenamientos cinco veces por semana con un mínimo de dos horas al día. Previo a las mediciones los participantes firmaron una carta de consentimiento informado.

Material antropométrico

En las mediciones de peso corporal se utilizó la báscula Tanita TBF-410 ($0 - 200 \text{ kg} \pm 0,01 \text{ kg}$) y en la estatura se

usó el tallímetro SECA 213 ($20-205 \text{ cm} \pm 5 \text{ mm}$). Para los diámetros óseos, se usaron dos equipos, el antropómetro de ramas chicas Tommy 3 (Rosscraft) para diámetros pequeños, y el antropómetro de ramas grandes Campbell 20 (Rosscraft) para diámetros grandes. Para los pliegues cutáneos se utilizó el plicómetro Harpenden (precisión: $0,20 \text{ mm}$), y en los perímetros se contó con la cinta antropométrica (Lufkin).

Protocolo antropométrico

El protocolo se llevó a cabo a primeras horas de la mañana con un ayuno mínimo de 4 horas y con mínima vestimenta por parte de los deportistas. Las mediciones fueron realizadas por personal certificado por la Sociedad Internacional de Avances de la Cineantropometría (ISAK) (Esparza Ros et al., 2019).

Se realizaron las mediciones básicas de peso corporal y estatura. En las evaluaciones de los diámetros óseos pequeños, se midió el biepicondíleo del húmero (distancia lineal entre la parte más lateral del epicóndilo lateral y la parte más medial del epicóndilo medial del húmero) y el biepicondíleo del fémur (distancia lineal entre la parte más lateral del cóndilo lateral y la parte más medial del cóndilo medial del fémur). En las evaluaciones de los diámetros grandes, se midió el biacromial (distancia lineal entre las zonas más laterales del acromion de ambos hombros), el transversal del tórax (distancia lineal entre los puntos más laterales del tórax), el antero-posterior del tórax (distancia lineal horizontal, a nivel del punto mesosternal, entre la cara anterior del tórax y la superficie dorsal correspondiente del tronco), y el biiliocrestal (distancia lineal entre los puntos más laterales de las crestas ilíacas).

En los pliegues cutáneos se tomaron las mediciones del tríceps, bíceps, subescapular, cresta ilíaca, supraespinal, abdominal, muslo y pierna. Y en las mediciones de los perímetros se tomaron brazo relajado, antebrazo, tórax, muslo un cm glúteo y pierna. Todas las mediciones se tomaron por duplicado, siguiendo las normas del error técnico de medición establecidas por el ISAK (Esparza Ros et al., 2019), y así obtener la media para el valor final, en algunas medidas se hicieron por triplicado para obtener la mediana (Esparza Ros et al., 2019).

Composición corporal (IMC y porcentaje de grasa)

Una vez obtenidas las mediciones de peso y estatura, se usaron para arrojar el valor del IMC (peso corporal en kilogramos / estatura en metros²), posteriormente se usaron las clasificaciones del IMC para adultos, las cuales están establecidas por la OMS (OMS, 2021), categorizándolo con un valor menor de 18,5 como bajo peso, de 18,5 a 24,9 como normopeso, de 25 a 29,9

como sobrepeso, y mayor o igual a 30 como obesidad. Se utilizó el término sobrecarga ponderal a la unión de las categorías del sobrepeso y obesidad. Para el porcentaje grasa, primero se estimó la densidad corporal con la ecuación de Withers et al. (1987), y posteriormente se utilizó la ecuación de Siri (1961), para obtener la grasa corporal.

Análisis estadístico

Se utilizó el programa estadístico SPSS (Versión 25). El análisis de normalidad de las varianzas de las variables se hizo a través del método de Kolmogorov-Smirnov. Se obtuvieron las medias y la desviación estándar de las variables de los diámetros óseos (biacromial, transverso del tórax, antero-posterior del tórax, biliocrestal, húmero y fémur), mediciones básicas (peso, estatura e IMC) y de la composición corporal (porcentaje grasa) por cada rango del IMC (normopeso y sobrecarga ponderal [sobrepeso y obesidad]). Se realizó un análisis de varianza (ANOVA), con la prueba de post hoc para comparar las variables de medición entre cada rango del IMC. Posteriormente se usó la prueba de correlación de Pearson para el análisis de la relación entre los diámetros óseos con el IMC y porcentaje grasa. El nivel de significancia se consideró como $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ y $p \leq 0,001$.

Resultados

La prevalencia del IMC en los hombres arrojó que el 63,88 % ($n = 214$) tienen normopeso, y el 36,88 % ($n = 121$) con sobrecarga ponderal. En las mujeres el 79,05 % ($n = 268$) tienen normopeso, y el 20,94 % ($n = 71$) con sobrecarga ponderal. Los deportistas (hombres y mujeres) con normopeso presentan un menor IMC, porcentaje de grasa y masa grasa que los de sobrecarga ponderal ($p = 0,000$) (Tabla 1).

Tabla 1.
Mediciones básicas por rango del IMC en hombres y mujeres.

| Mediciones básicas | Normopeso | sobrecarga ponderal | P |
|--------------------------|---------------|---------------------|-------|
| Hombres | ($n = 214$) | ($n = 121$) | |
| Edad (años) | 21,16 ± 1,93 | 21,43 ± 2,05 | 0,234 |
| Peso corporal (kg) | 69,22 ± 8,88 | 84,41 ± 9,89 | 0,000 |
| Estatura (cm) | 176,19 ± 8,99 | 175,49 ± 7,93 | 0,458 |
| IMC (kg/m ²) | 22,24 ± 1,79 | 27,34 ± 1,93 | 0,000 |
| Porcentaje grasa | 10,39 ± 2,78 | 17,35 ± 6,08 | 0,000 |
| Masa grasa (kg) | 7,29 ± 2,55 | 14,90 ± 6,08 | 0,000 |
| Mujeres | ($n = 268$) | ($n = 71$) | |
| Edad (años) | 20,88 ± 3,20 | 20,65 ± 1,89 | 0,428 |
| Peso corporal (kg) | 59,02 ± 6,74 | 72,33 ± 6,05 | 0,000 |
| Estatura (cm) | 162,93 ± 6,85 | 162,46 ± 6,11 | 0,568 |
| IMC (kg/m ²) | 22,19 ± 1,73 | 27,39 ± 1,52 | 0,000 |
| Porcentaje grasa | 20,55 ± 4,16 | 26,88 ± 3,92 | 0,000 |
| Masa grasa (kg) | 12,25 ± 3,30 | 19,48 ± 3,45 | 0,000 |

Nota. n: número; kg: kilogramos; cm: centímetros; IMC: índice de masa corporal; kg/m²: kilogramos por metros al cuadrado; P: nivel de significancia.

En los resultados de los diámetros óseos y su relación con los rangos del IMC (Tabla 2), los deportistas hombres con un normopeso presentaron un menor diámetro óseo del biacromial, transverso del tórax, antero-posterior del tórax, biliocrestal, húmero y fémur que los de sobrecarga ponderal ($p = 0,000$). Y en las mujeres con normopeso arrojaron un menor diámetro óseo del biacromial ($p = 0,001$), transverso del tórax, antero-posterior del tórax, biliocrestal, húmero y fémur que los de sobrecarga ponderal ($p = 0,000$).

Tabla 2.
Análisis de varianza (ANOVA) de las mediciones de los diámetros óseos por rango del IMC.

| Mediciones básicas | Normopeso | sobrecarga ponderal | P |
|--------------------|---------------|---------------------|-------|
| Hombres | ($n = 214$) | ($n = 121$) | |
| Biacromial (cm) | 41,12 ± 1,96 | 42,30 ± 1,80 | 0,000 |
| Transverso (cm) | 29,73 ± 1,93 | 32,08 ± 1,85 | 0,000 |
| A-P Tórax (cm) | 19,22 ± 1,51 | 21,16 ± 1,55 | 0,000 |
| Biliocrestal (cm) | 27,63 ± 1,80 | 29,67 ± 2,16 | 0,000 |
| Húmero (cm) | 6,92 ± 0,50 | 7,26 ± 0,42 | 0,000 |
| Fémur (cm) | 9,72 ± 0,55 | 10,30 ± 0,55 | 0,000 |
| Mujeres | ($n = 268$) | ($n = 71$) | |
| Biacromial (cm) | 37,17 ± 1,56 | 38,12 ± 2,09 | 0,001 |
| Transverso (cm) | 27,02 ± 1,53 | 29,40 ± 1,61 | 0,000 |
| A-P Tórax (cm) | 17,19 ± 1,31 | 19,30 ± 1,24 | 0,000 |
| Biliocrestal (cm) | 26,73 ± 1,64 | 28,67 ± 1,71 | 0,000 |
| Húmero (cm) | 6,10 ± 0,44 | 6,43 ± 0,50 | 0,000 |
| Fémur (cm) | 8,97 ± 0,52 | 9,72 ± 0,49 | 0,000 |

Nota. n: número; cm: centímetros; A-P: antero posterior; P: nivel de significancia.

En el análisis de correlación entre los diámetros óseos con el IMC (Tabla 3), los deportistas arrojaron asociaciones altas con diferencias significativas en el diámetro transverso del tórax y antero-posterior del tórax con el IMC ($p \leq 0,001$), además del fémur solo el caso de las mujeres ($p \leq 0,001$). En las asociaciones moderadas con diferencias significativas se encontraron en el diámetro biliocrestal, húmero y fémur con el IMC ($p \leq 0,001$) en el caso de los hombres, y en las mujeres con el diámetro biliocrestal ($p \leq 0,001$). Y con asociaciones bajas con diferencias significativas se encontraron en el diámetro biacromial ($p \leq 0,001$) con el IMC en hombres, y en las mujeres el diámetro biacromial y húmero con el IMC ($p \leq 0,001$) (Figura 1 y 2).

Tabla 3.
Análisis de correlación de Pearson entre los diámetros óseos con el IMC y porcentaje grasa.

| Diámetros óseos | | Composición corporal | | | |
|-------------------|---|-----------------------|---------|------------------|---------|
| | | IMC kg/m ² | | Porcentaje grasa | |
| | | Hombres | Mujeres | Hombres | Mujeres |
| Biacromial (cm) | r | 0,358* | 0,292* | 0,178** | 0,140** |
| Transverso (cm) | r | 0,676* | 0,610* | 0,474* | 0,445* |
| A-P Tórax (cm) | r | 0,656* | 0,645* | 0,496* | 0,500* |
| Biliocrestal (cm) | r | 0,578* | 0,531* | 0,581* | 0,465* |
| Húmero (cm) | r | 0,433* | 0,391* | 0,304* | 0,351* |
| Fémur (cm) | r | 0,543* | 0,600* | 0,450* | 0,545* |

Nota. cm: centímetros; IMC: índice de masa corporal; kg/m²: kilogramos por metros al cuadrado; A-P: antero posterior; r = coeficiente de Pearson; * $p \leq 0,001$ y ** $p \leq 0,01$.

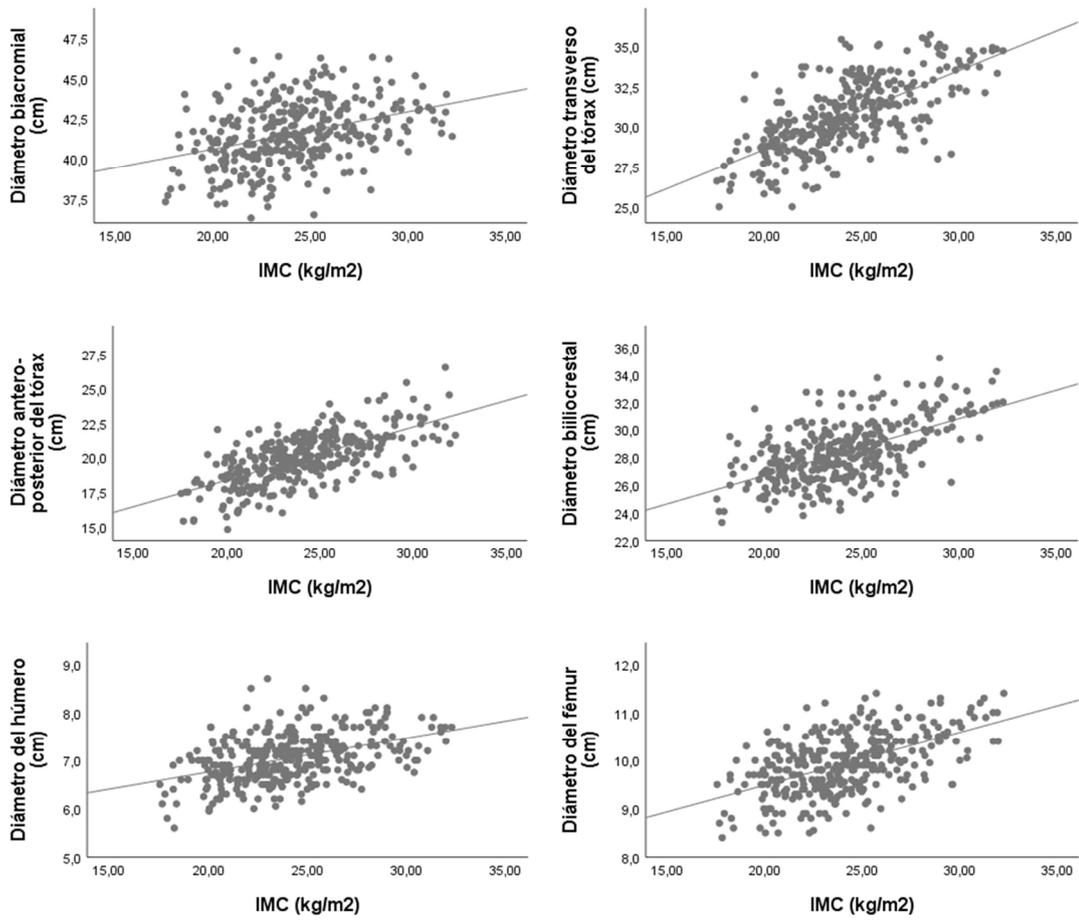


Figura 1. Relación de los diámetros óseos (biacromial, transverso del tórax, antero-posterior del tórax, biliacromial, húmero y fémur) con el IMC en hombres.

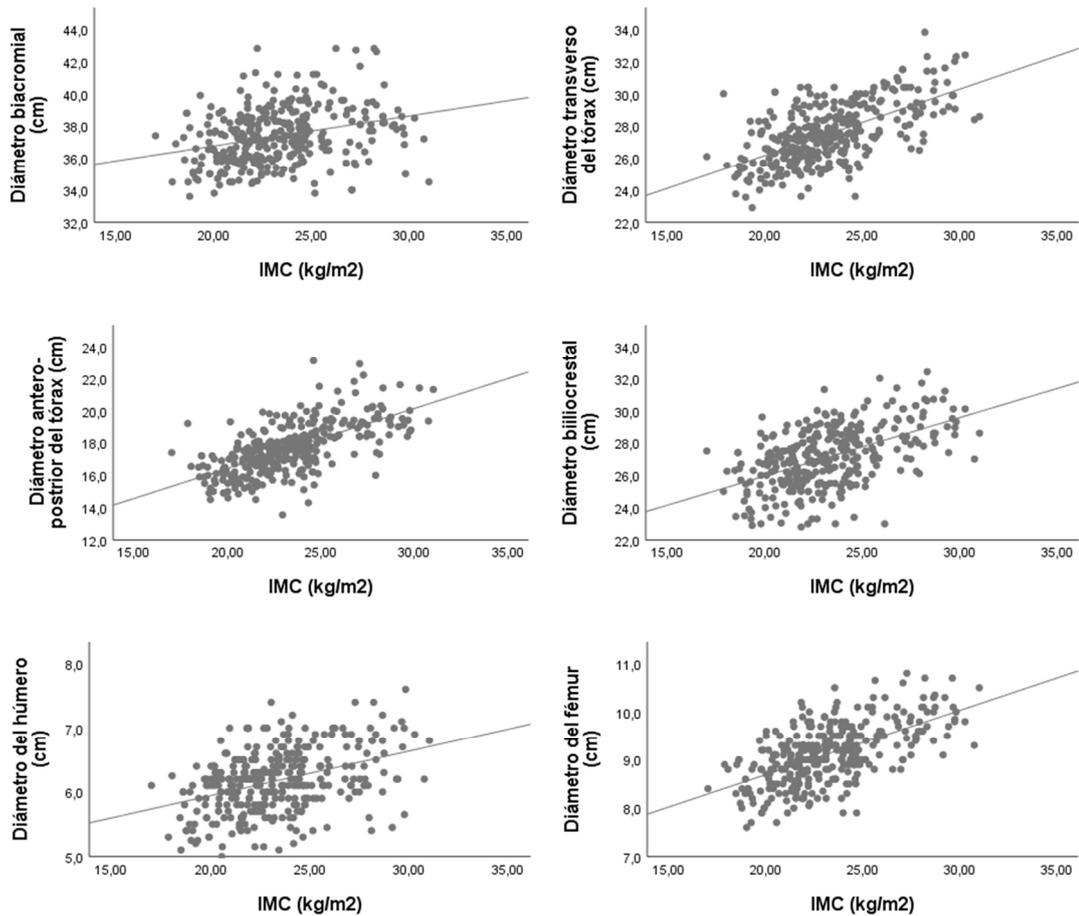


Figura 2. Relación de los diámetros óseos (biacromial, transverso del tórax, antero-posterior del tórax, biliacromial, húmero y fémur) con el IMC en mujeres.

Las asociaciones que se encontraron entre los diámetros óseos con el porcentaje de grasa (Tabla 3), observamos correlaciones moderadas con diferencia significativa en el diámetro transversal del tórax, antero-posterior del tórax, biliocrestal y fémur con el porcentaje de grasa ($p \leq 0,001$) en ambos géneros. Y asociaciones bajas con diferencias significativas en el diámetro biacromial ($p \leq 0,01$) y fémur con el porcentaje de grasa ($p \leq 0,001$) (Figura 3 y 4).

Discusión

La composición corporal modifica su estructura durante el crecimiento y desarrollo, aunque también intervienen estilos de vida, como la actividad física, sedentarismo y una alimentación inadecuada que en ocasiones puede generar problemas de sobrepeso, obesidad y desnutrición (Kim et al., 2018; López et al., 2020; Misigoj-Durakovic, 2012), sin embargo, muchas veces la complexión puede ser factor de padecer ese tipo de problemas. Por lo que el objetivo de este trabajo fue relacionar los diámetros óseos con el IMC en deportistas.

Los resultados más importantes que se encontraron en este estudio fueron las diferencias significativas entre los diámetros óseos con los rangos del IMC, en el que los deportistas de ambos sexos que obtuvieron un IMC de sobrecarga ponderal (sobrepeso y obesidad) arrojaron un diámetro óseo más ancho en el biacromial, transversal del tórax, antero-posterior del tórax, biliocrestal, húmero y fémur. Se observó que entre mayor es el diámetro óseo, mayor es la relación de padecer sobrepeso y obesidad. Al compararlo con otros trabajos, podemos coincidir con el estudio de Abraham (2010), Amat et al. (2020) y Serrano et al. (2022), en deportistas de atletismo, voleibol y basquetbol que mostraron que los de mayor IMC, obtuvieron un diámetro más ancho en el húmero y fémur, además una envergadura y masa ósea más elevada. Al igual que el estudio de Holway y Garavaglia (2009), con jugadores de rugby por posición y el de Holway (2005), con una población general de ambos sexos, los sujetos con un IMC de sobrepeso y obesidad tienen mayor diámetro óseo del biacromial, biliocrestal, transversal del tórax y antero-posterior del tórax.

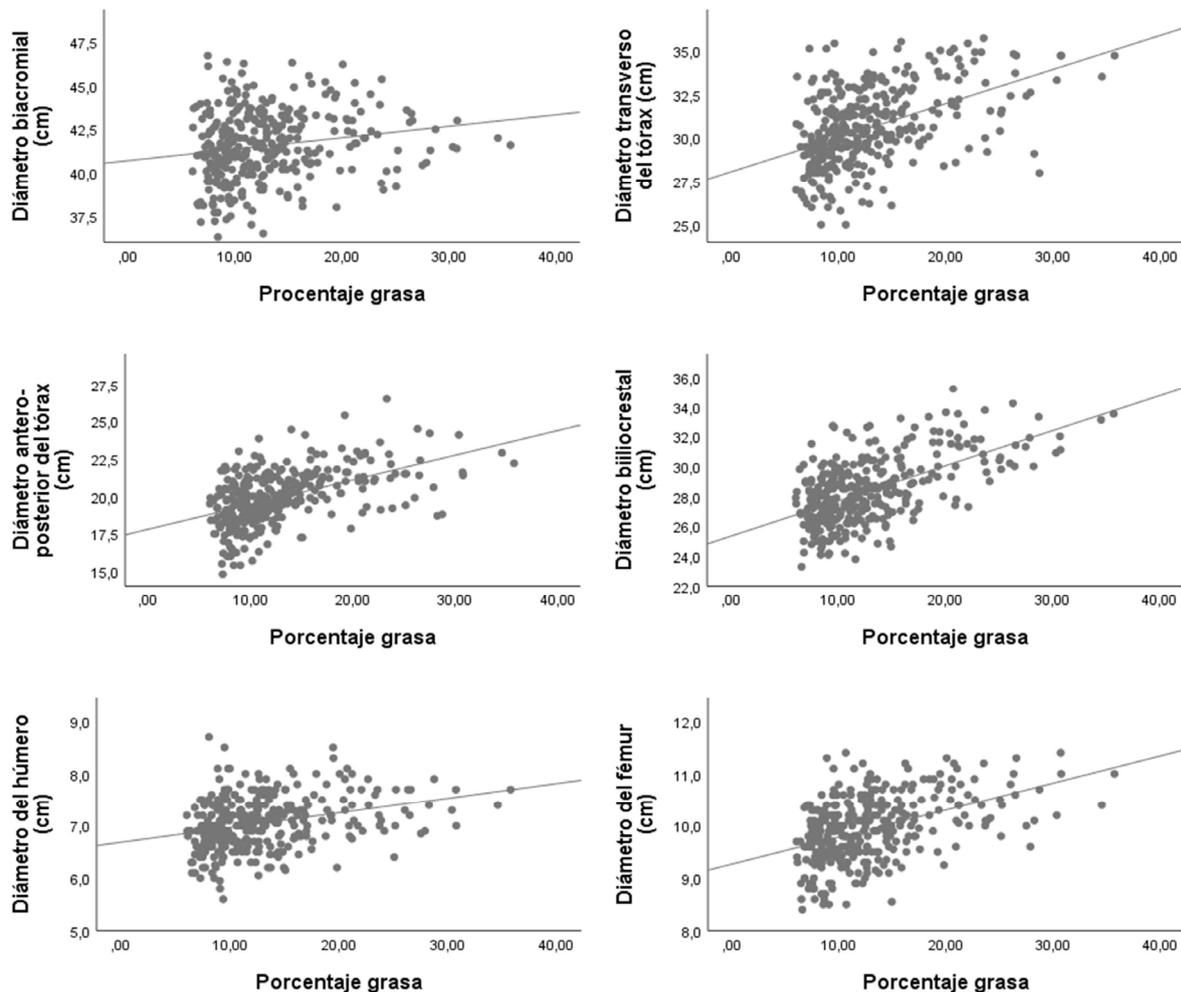


Figura 3. Relación de los diámetros óseos (biacromial, transversal del tórax, antero-posterior del tórax, biliocrestal, húmero y fémur) con el porcentaje de grasa en hombres.

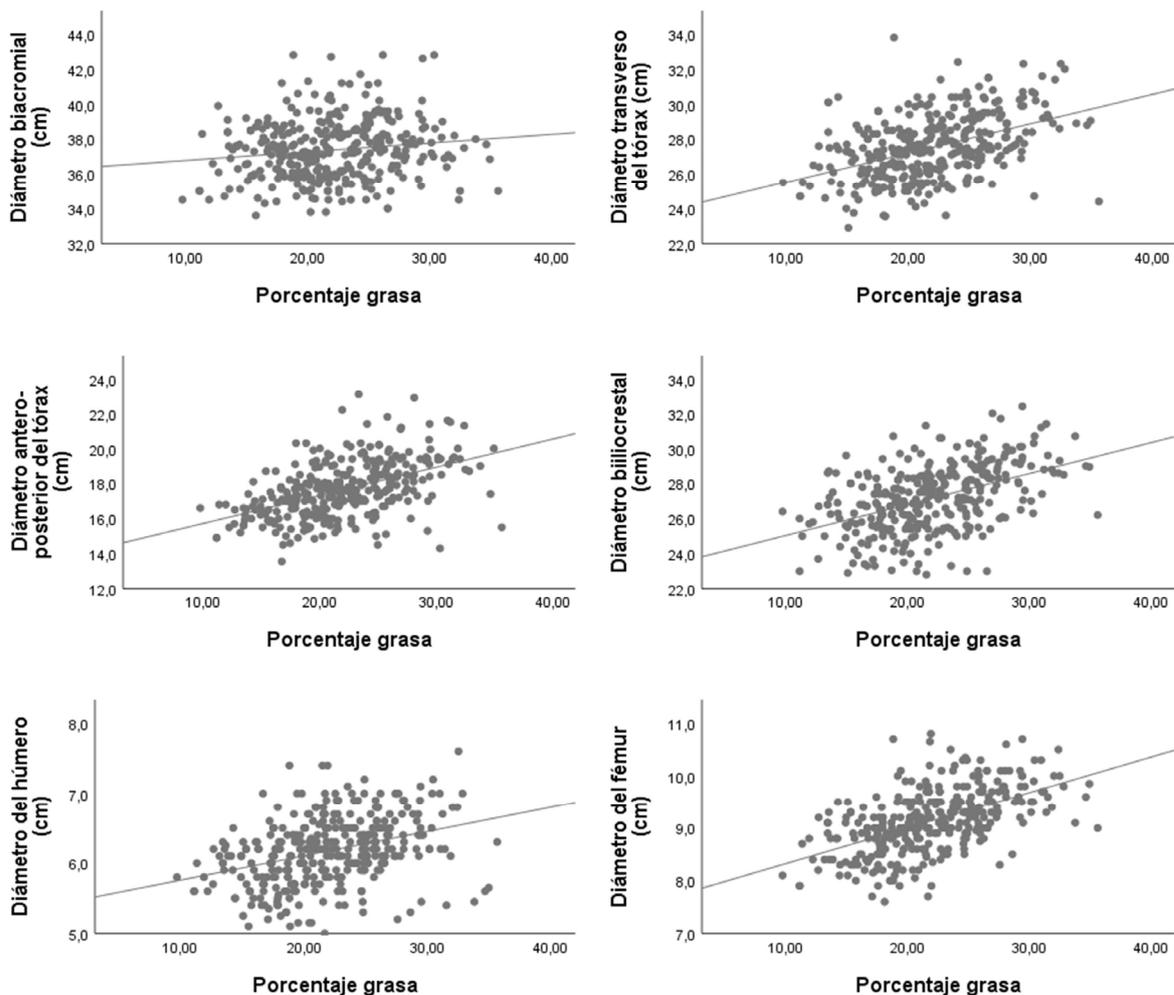


Figura 4. Relación de los diámetros óseos (biacromial, transverso del tórax, antero-posterior del tórax, biiliocrestal, húmero y fémur) con el porcentaje grasa en mujeres.

Hay que tener en cuenta que el desarrollo longitudinal y ancho del hueso va modificándose durante el crecimiento biológico (Cossio-Bolaños et al., 2020; Misigoj-Durakovic, 2012), y puede verse frenado como ocurre en algunas disciplinas como la gimnasia, donde las exigencias de tener un mínimo de peso corporal son altas, como lo demuestra el estudio de un grupo de niñas de 14 a 17 años de Misigoj-Durakovic (2012), donde las niñas de 16 a 17 años ya no tuvieron un aumento significativo del ancho óseo del biacromial y biiliocrestal. Este hecho puede verse en ocasiones en otras disciplinas donde la exigencia de un peso corporal mínimo es muy notorio, como el ballet, patinaje y la misma gimnasia (Misigoj-Durakovic, 2012; Verdugo et al., 2020).

En este estudio también se realizaron correlaciones entre el diámetro óseo con el IMC, encontrándose asociaciones altas en el diámetro transverso y antero-posterior del tórax, y asociaciones moderadas biiliocrestal, húmero y fémur, en los hombres, y en las mujeres asociaciones altas en el diámetro transverso del

tórax, antero-posterior del tórax y fémur, y asociaciones moderadas en el biiliocrestal. Lo cual podemos indicar que entre más ancho tenga el diámetro del transverso del tórax (ancho lateral de las costillas), el antero-posterior del tórax y el fémur (anchura de los epicóndilos del fémur), puede asociarse con un IMC más elevado, llegando en ocasiones al sobrepeso y obesidad. Tal como lo presenta el estudio de Chumlea et al. (2002), con una muestra de hombres y mujeres blancos, en el cual se encontraron correlaciones altas y moderadas en el peso corporal con los diámetros del biacromial, biiliocrestal, húmero y fémur.

En este trabajo, también se analizaron las diferencias significativas entre el porcentaje de grasa con los rangos del IMC. Respecto a esto, la grasa como el músculo es de suma importancia en sujetos que tengan un IMC de sobrepeso y obesidad, ya que hay disciplinas deportivas en las cuales se les exigen tener una cantidad elevada de masa muscular por las exigencias que se requieren (Vitale et al., 2016). En nuestro estudio, se encontraron diferencias significativas en hombres y mujeres entre el porcentaje de grasa con los

rangos del IMC, describiendo así que los deportistas con sobrecarga ponderal (sobrepeso y obesidad) suelen tener un mayor porcentaje de grasa. Estos resultados son muy similares al trabajo de Ode et al. (2007) y Gallagher et al. (2000), en el que correlacionó el porcentaje de grasa con el IMC en varias disciplinas deportivas, arrojando asociaciones altas y moderadas.

En las asociaciones entre los diámetros óseos y el porcentaje grasa, se encontraron correlaciones moderadas positivas entre el diámetro transverso del tórax, antero-posterior del tórax, biiliocrestal y fémur en hombres y mujeres, coincidiendo con los estudios Chumlea et al. (2002), Pérez et al. (2004) y Ramírez-Vélez et al. (2015) en los que, con una muestra de atletas universitarios de Estados Unidos, y olímpicos de Colombia y México, evaluaron los diámetros del biacromial, biiliocrestal, húmero y fémur para correlacionarlo con la masa grasa y masa libre de grasa, obteniendo asociaciones altas y moderadas. Estas asociaciones probablemente muestren que tener más ancho los huesos del esqueleto, puede presentarse una tendencia al aumento de la grasa corporal.

Queda claro que el aumento del IMC puede ser precursor de alto porcentaje grasa, tal como lo demuestran algunos estudios con deportistas de ambos géneros y con sujetos obesos (Blázquez et al., 2020; Figueiredo et al., 2021; Mora et al., 2021), aunque en deportes como el fútbol americano o el rugby, el tener un alto IMC muchas veces puede deberse a la cantidad elevada de masa muscular (Jacobson et al., 2013; Steffes et al., 2013; Vitale et al., 2016). Pocos estudios que evalúan el IMC en deportistas culpan a la grasa corporal o al músculo por el problema de sobrepeso y obesidad, dejando de lado varios compartimentos corporales como la cantidad de kilogramos de esqueleto y la proporcionalidad de los diámetros óseos.

Conclusiones

Los resultados muestran que los atletas con un IMC de sobrepeso y obesidad obtuvieron diámetros óseos más anchos que los de normopeso, encontrándose correlaciones altas en el diámetro transverso y antero-posterior del tórax con un mayor IMC. Además, se encontró un mayor porcentaje de grasa en sujetos con sobrepeso y obesidad. Obtener un mayor diámetro óseo puede estar asociado a un elevado IMC como el sobrepeso y obesidad, y por esta razón tener un alto porcentaje de grasa. Por lo que sería importante seguir investigando la relación del diámetro óseo con el IMC de sobrepeso y obesidad, y así conocer la problemática que hay entre la proporcionalidad del hueso con el exceso de peso y grasa corporal.

Referencias

- Alvear-Vasquez, F., Gomez-Campos, R., Pezoa-Fuentes, P., Urra-Albornoz, C., Caceres-Bahamondes, J., Luarte-Rocha, C., ... & Cossio-Bolaños, M. A. El Flujo espiratorio Máximo y la Fuerza de presión Manual predicen la salud ósea de niños y adolescentes (Maximum expiratory flow and handgrip strength predict bone health in children and adolescents). *Retos*, 38, 123-128. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.71786>
- Amat, S. S., Ortega, B. P., Olmedo, J. M. J., & Gasch, L. V. (2020). Anthropometric profile and conditional factors of U21 Spanish elite beach volleyball players according to playing position. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (38), 620-625. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.76766>
- Abraham, G. (2010). Analysis of anthropometry, body composition and performance variables of young Indian athletes in southern region. *Indian Journal of Science and Technology*, 3(12), 1210-1213. <https://doi.org/10.17485/ijst/2010/v3i12.3>
- Blázquez, M. A., López, V. F., & González-Moro, I. M. (2020). Relación entre factores antropométricos y de composición corporal con el rendimiento físico en piragüistas veteranos. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (38), 53-57. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.72661>
- Campos, R. G., Flores, I. C., Cornejo, J. M., Fuentes, P. P., Albornoz, C. U., & Cossio-Bolaños, M. A. (2019). La adiposidad corporal se relaciona con el rendimiento del salto horizontal en niños. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (36), 370-375. <https://doi.org/10.47197/retos.v36i36.68966>
- Chrostowska, M., Szyndler, A., Hoffmann, M., & Narkiewicz, K. (2013). Impact of obesity on cardiovascular health. *Best practice & research Clinical endocrinology & metabolism*, 27(2), 147-156. <https://doi.org/10.1016/j.beem.2013.01.004>
- Chumlea, W. C., Wisemandle, W., Guo, S. S., & Siervogel, R. M. (2002). Relations between frame size and body composition and bone mineral status. *The American journal of clinical nutrition*, 75(6), 1012-1016. <https://doi.org/10.1093/ajcn/75.6.1012>
- Contreras, M. O., Briceño, O. B. S., Pinto, N. S., & Villalobos, J. M. R. (2020). Imagen corporal percibida en mujeres adolescentes deportistas y no deportistas. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (37), 233-237.
- Cossio-Bolaños, M. A., Gonzalez, J. R., Rocha, C. L., Portugal, M. R., Albornoz, C. U., & Campos, R. G. (2020). Variables antropométricas, maduración somática y flujo espiratorio: determinantes de la masa libre de grasa en jóvenes nadadores. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (37), 406-411. <https://doi.org/10.47197/retos.v37i37.72566>

- Costa, C. S., Del-Ponte, B., Assunção, M. C. F., & Santos, I. S. (2018). Consumption of ultra-processed foods and body fat during childhood and adolescence: a systematic review. *Public health nutrition*, 21(1), 148-159. <https://doi.org/10.1017/S1368980017001331>
- España Ros, F., Vaquero Cristóbal, R., & Marfell Jones, M. (2019). International Standards for Anthropometric Assessment-International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). *Universidad Católica de Murcia (UCAM)*.
- Figueiredo, D. H., Dourado, A. C., Stanganelli, L. C. R., & Gonçalves, H. R. (2021). Evaluation of body composition and its relationship with physical fitness in professional soccer players at the beginning of pre-season. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (40), 117-125. <https://doi.org/10.47197/retos.v1i40.82863>
- Gallagher, D., Heymsfield, S. B., Heo, M., Jebb, S. A., Murgatroyd, P. R., & Sakamoto, Y. (2000). Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *The American journal of clinical nutrition*, 72(3), 694-701. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.3.694>
- García, R. L., Carrasco, J. O. L., García, L. E. C., & Orocio, R. N. (2021). Tendencia al sobrepeso y obesidad en jugadores de fútbol americano universitario en México. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (40), 289-295. <https://doi.org/10.47197/retos.v1i40.79707>
- Godoy-Cumillaf, A., Chávez, J. B., Merino, P. F., & Santana, D. O. (2020). Asociación entre índice de masa corporal de padres e hijos. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (38), 708-712. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.74004>
- Holway, F. E., & Garavaglia, R. (2009). Kinanthropometry of group I rugby players in Buenos Aires, Argentina. *Journal of Sports Sciences*, 27(11), 1211-1220. <https://doi.org/10.1080/02640410903207408>
- Iglesias, Á., del Pozo, E. M. P., & López, J. M. (2019). Prevalencia de sobrepeso y obesidad, hábitos alimentarios y actividad física y su relación sobre el rendimiento académico. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (36), 167-173. <https://doi.org/10.47197/retos.v36i36.66873>
- Jacobson, B. H., Conchola, E. G., Glass, R. G., & Thompson, B. J. (2013). Longitudinal morphological and performance profiles for American, NCAA Division I football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(9), 2347-2354. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827fcc7d>
- Kagawa, M., Kuroiwa, C., Uenishi, K., Mori, M., Dhaliwal, S., Hills, A. P., & Binns, C. W. (2007). A comparison of body perceptions in relation to measured body composition in young Japanese males and females. *Body Image*, 4(4), 372-380. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2007.06.002>
- Kim, J., Delisle-Houde, P., Reid, R. E., & Andersen, R. E. (2018). Longitudinal changes in body composition throughout successive seasonal phases among Canadian University football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(8), 2284-2293. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002011>
- Kostovski, M., Tasic, V., Laban, N., Polenakovic, M., Danilovski, D., & Gucev, Z. (2017). Obesity in childhood and adolescence, genetic factors. *prilozi*, 38(3), 121-133. <https://doi.org/10.2478/prilozi-2018-0013>
- Lee, J. E., Pope, Z., & Gao, Z. (2018). The role of youth sports in promoting children's physical activity and preventing pediatric obesity: a systematic review. *Behavioral Medicine*, 44(1), 62-76. <https://doi.org/10.1080/08964289.2016.1193462>
- López, P. G., Gisladóttir, T., & Ries, F. (2020). Adherencia a la Dieta Mediterránea, Motivos para la Práctica de Ejercicio Físico y Composición Corporal en Adolescentes Islandeses. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (38), 552-559. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.73821>
- Mathews, E. M., & Wagner, D. R. (2008). Prevalence of overweight and obesity in collegiate American football players, by position. *Journal of American College Health*, 57(1), 33-38. <https://doi.org/10.3200/JACH.57.1.33-38>
- Misigoj-Durakovic, M. (2012). Anthropometry in premenarcheal female esthetic sports athletes and ballerinas. In *Handbook of anthropometry* (pp. 1817-1836). Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1788-1_111
- Mora, R. M. S., Oliver, A. J. S., Carmona, W. S., & Jurado, J. A. G. (2021). Efecto de un programa de ejercicio físico sobre la condición física y la grasa visceral en personas con obesidad (Effect of a physical exercise program on physical fitness and visceral fat in people with obesity). *Retos*, 39, 723-730. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.78997>
- Nicks, K. M., Amin, S., Atkinson, E. J., Riggs, B. L., Melton III, L. J., & Khosla, S. (2012). Relationship of age to bone microstructure independent of areal bone mineral density. *Journal of Bone and Mineral Research*, 27(3), 637-644. <https://doi.org/10.1002/jbmr.1468>
- Ode, J. J., Pivarnik, J. M., Reeves, M. J., & Knous, J. L. (2007). Body mass index as a predictor of percent fat in college athletes and nonathletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(3), 403-409. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000247008.19127.3e>

- Ogden, C. L., Carroll, M. D., Curtin, L. R., McDowell, M. A., Tabak, C. J., & Flegal, K. M. (2006). Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999-2004. *Jama*, 295(13), 1549-1555. <https://doi.org/10.1001/jama.295.13.1549>
- OMS. Base de datos global sobre el índice de masa corporal (IMC). Disponible en: <https://www.who.int/> [consultado: 08 de junio del 2021].
- Pedersen, S. D. (2013). Metabolic complications of obesity. *Best practice & research Clinical endocrinology & metabolism*, 27(2), 179-193. <https://doi.org/10.1016/j.beem.2013.02.004>
- Pérez, J. P., Taylor, A. W., Yuhasz, M. S., & Hernández, M. A. V. (2004). Algunas características antropométricas de una población de atletas mexicanos. *Revista Medica Del Hospital General de México*, 67(1), 11-21.
- Petit, M. A., Beck, T. J., Shults, J., Zemel, B. S., Foster, B. J., & Leonard, M. B. (2005). Proximal femur bone geometry is appropriately adapted to lean mass in overweight children and adolescents. *Bone*, 36(3), 568-576. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2004.12.003>
- Ramírez-Vélez, R., Argothy-Bucheli, R., Sánchez-Puccini, M. B., Meneses-Echávez, J. F., & López-Albán, C. A. (2015). Características antropométricas y funcionales de corredores colombianos de élite de larga distancia. *Iatreia*, 28(3), ág-240. <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.v28n3a02>
- Ross, W. D., & Kerr, D. A. (1993). Fraccionamiento de la Masa Corporal: Un Nuevo Método para Utilizar en Nutrición, Clínica y Medicina Deportiva-G-SE/Editorial Board/Dpto. Contenido. *PubliCE*.
- Salinas, A. E., González-Jurado, J. A., Álvarez, A. B., Sánchez, G. A., & Olivares, M. B. (2020). Efectos del entrenamiento cardiovascular en la respuesta autonómica en personas con sobrepeso. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (38), 118-122. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.73994>
- Sepúlveda, R. Y., de Souza Lima, J., Crichton, J. P. Z., Prat, A., Jaña, S. H., & Arancibia, J. O. (2022). Relación entre las características antropométricas, composición corporal y capacidad física en estudiantes de la comuna de Quintero, Chile. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (44), 1113-1120. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.86715>
- Serrano, L. F. C., Chaves, D. C. G., & Franco, S. A. A. (2022). Composición corporal y somatotipo en jugadores de baloncesto universitario colombianos por posición de juego. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (45), 364-372. <https://doi.org/10.47197/retos.v45i0.85979>
- Siri, W. E. (1961). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. *Techniques for measuring body composition*, 61, 223-244.
- Skinner, A. C., Hasty, S. E., Turner, R. W., Dreibelbis, M., & Lohr, J. A. (2013). Is bigger really better? Obesity among high school football players, player position, and team success. *Clinical pediatrics*, 52(10), 922-928. <https://doi.org/10.1177/0009922813492880>
- Son, W. M., Sung, K. D., Bharath, L. P., Choi, K. J., & Park, S. Y. (2017). Combined exercise training reduces blood pressure, arterial stiffness, and insulin resistance in obese prehypertensive adolescent girls. *Clinical and Experimental Hypertension*, 39(6), 546-552. <https://doi.org/10.1080/10641963.2017.1288742>
- Sparvero, E. S., & Warner, S. (2019). NFL Play 60: Managing the intersection of professional sport and obesity. *Sport Management Review*, 22(1), 153-166. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2018.06.005>
- Steffes, G. D., Megura, A. E., Adams, J., Claytor, R. P., Ward, R. M., Horn, T. S., & Potteiger, J. A. (2013). Prevalence of metabolic syndrome risk factors in high school and NCAA division I football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(7), 1749-1757. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827367cd>
- Tu, H., Wen, C. P., Tsai, S. P., Chow, W. H., Wen, C., Ye, Y., ... & Wu, X. (2018). Cancer risk associated with chronic diseases and disease markers: prospective cohort study. *bmj*, 360. <https://doi.org/10.1136/bmj.k134>
- Verdugo, G. V., Armas, E. H., Baños, R., Jiménez, J. M., & Rentería, I. (2020). Distorsión de la imagen corporal y trastornos alimentarios en adolescentes gimnastas respecto a un grupo control de adolescentes no gimnastas con un IMC similar. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (37), 297-302. <https://doi.org/10.47197/retos.v37i37.67090>
- Vitale, J. A., Caumo, A., Roveda, E., Montaruli, A., La Torre, A., Battaglini, C. L., & Carandente, F. (2016). Physical attributes and NFL combine performance tests between Italian National League and American football players: a comparative study. *Journal of strength and conditioning research*, 30(10), 2802-2808. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001377>
- Withers, R. T., Craig, N. P., Bourdon, P. C., & Norton, K. I. (1987). Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(2), 191-200. <https://doi.org/10.1007/BF00640643>
- Yamamoto, J. B., Yamamoto, B. E., Yamamoto, P. P., & Yamamoto, L. G. (2008). Epidemiology of college athlete sizes, 1950s to current. *Research in sports medicine*, 16(2), 111-127. <https://doi.org/10.1080/15438620802103320>
- Yuhasz, M. S. (1974). Physical fitness and sport appraisal. *Laboratory Manual London, Ontario, University of Western Ontario*.