الهيكل العظمي عند الإنسان

هل هو بناء هندسي!؟

ملخص:

في هذه المقالة سنلقي الضوء على هيكلية جسم الانسان من وجهة النظر الهندسية وتحليل هيكله العظمي وكيفية بنيته وتركيبه وآلية نقله للحمولات.

المقدمة:

كما نعلم فإن كل ما هو موجود في الطبيعة هو عبارة عن جسم إنشائي مستقر ومتوازن هندسياً، وكذلك جسم الإنسان الذي من خلال مراقبة ودراسة بنيته وتركيبه وآلية حركته تم اختراع العديد من الآلات الهندسية، فجسم الإنسان يتكون من أجهزة وأعضاء كثيرة كل منها يقوم بوظيفته الخاصة به وما يهمنا في مقالتنا هذه الجهاز العضلي الهيكلي الذي يتكون من الهيكل العظمي البشري – المفاصل – الأربطة – الجهاز العضلي.

يتكون الهيكل العظمي عند الإنسان البالغ من ٢٠٦ عظمة كل واحدة منها متفردة بشكلها الخاص، ولا تستطيع العظام أن تتحرك من تلقاء نفسها وإنما بواسطة العضلات المسؤولة عن عملية التحريك في الجسم التي تتلقى الأوامر من الدماغ، وتتصل العظام ببعضها البعض مفصلياً بطرق مختلفة بحيث يكون هيكل الجسم متيناً وتتوافر له في الوقت نفسه حركة حرة واسعة النطاق، ولكن يخطر في بالنا الكثير من الأسئلة:

لماذا فقرات العمود الفقري ليست بالحجم نفسه؟

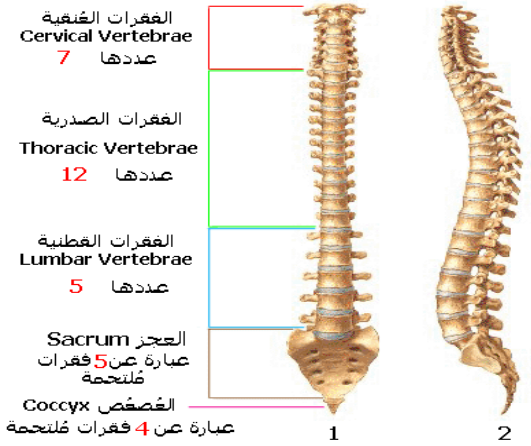
ولماذا آخر فقرة قطنية هي الأكبر بين أقرانها؟

ولماذا إصبع الإبهام في القدم أكبر من بقيَّة الأصابع؟

والكثير الكثير من الأسئلة التي سنلقي الضوء عليها في هذه المقالة.

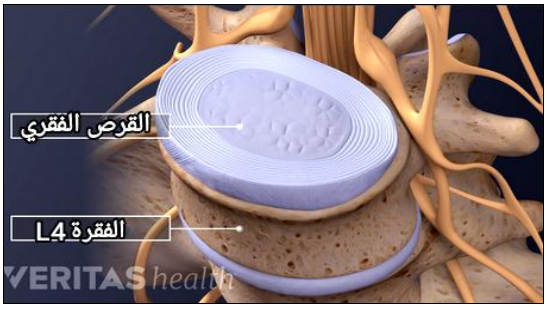
العمود الفقري:

يتكون العمود الفقري من سلسلة من العظام غير المنتظمة تسمى بالفقرات (فقرات عنقية، فقرات صدرية، فقرات قطنية، فقرات عجزية وفقرات عصعصية) والتي تختلف عن بعضها البعض حسب مناطق تواجدها في العمود الفقري فهي ليست متشابهة أو متطابقة فيما بينها، وبارتباط الفقرات مع بعضها البعض يتشكل العمود الفقري الذي يعتبر الدعامة الرئيسية للجسم [1].

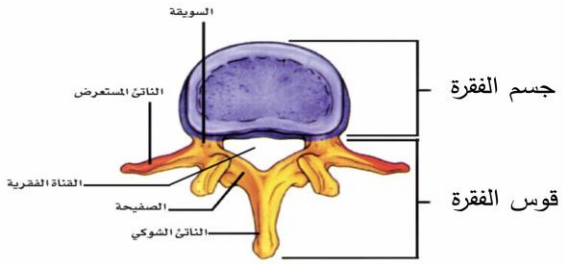


الشكل (١): العمود الفقري

يوجد بين كل فقرتين وسادة إسفنجية اسطوانية الشكل ندعوها القرص، ويتكون هذا القرص من نواة جيلاتينية طرية تتوضع في مركز القرص، ويحيط بها حلقة ليفية قوية مكونة من شرائح متوضعة بشكل متحد المركز تماماً مثل شرائح البصل، ويعتبر القرص بين الفقرات مفصلاً يسمح بحركة العمود الفقري إلى الأمام والخلف ودورانه يمنة ويسرة ، وهناك ٢٣ قرصاً بين الفقرات تشكل ثلث ارتفاع العمود الفقري، تعمل هذه الأقراص كمخمدات تمتص الصدمات وتغيرات الضغط التي يخضع لها العمود الفقري عندما يتعرض الجسم لأحمال خارجية تولد فيه قوى داخلية، وتكون وظيفة الفقرات الصلبة (جسم الفقرة) تحويل هذه القوى والضغوط ونقلها إلى الأقراص بين الفقرات، وتقوم هذه الأقراص بالتكيف مع هذه الضغوط المختلفة، فإذا تعرض القرص إلى ضغط شديد تتسطح النواة اللبية بغيّة توزيع الضغط على أكبر مساحة ممكنة، وهذا يؤدي إلى تمدد الحلقة الليفية، وأثناء الراحة يحدث العكس حيث تشتد ألياف الحلقة الليفية ويستعيد القرص ارتفاعه الطبيعي [2] و [3].



الشكل (٢): صورة توضح القرص الفقري



الشكل (٣): صورة توضح أجزاء الفقرة

- **انتقال الحمولات:**

من بين وظائف العمود الفقري هي حمل الرأس والطرفان العلويان والقفص الصدري والحمولة التي من يحملها الجسم .... إلخ وتنتقل الأحمال على الشكل التالي:

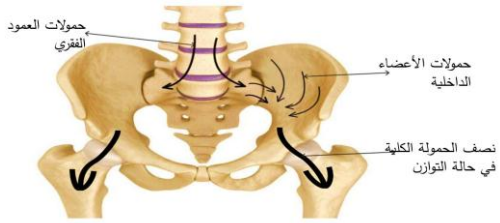
تذهب أحمال القسم العلوي من الجسم مُجمّعة إلى العمود الفقري، ومن الملاحظ أن جسم كل فقرة (الجزء الأمامي من الفقرة) أكبر سماكةً وحجماً من التي فوقها وذلك بالتدريج كلما اتجهنا إلى الأسفل من العمود الفقري، –دون الفقرات العجزية والعصعصية–وذلك لأن جسم الفقرة هو المسؤول عن حمل الثِقل، وبالتالي يحتاج حجم أكبر لحمل الثقل المتزايد في الجزء السفلي من الجسم، ويُثبت ذلك أن آخر فقرة من الفقرات القطنية هي الأكبر حجماً لأنّها تتحمل أكبر حمولة. [4]

- ولنا أن نتخيل أنّه عمود ينقل الحمولات وهو أصلاً متحرك.....

الشكل (٤): رسمة توضح انتقال الحمولات بشكل مبسط

الطرف السفلي:

١). الحوض العظمي: جزء من الهيكل العظمي يتوضع أسفل العمود الفقري؛ ومن بين وظائفه أنّه يحمل الأعضاء الداخلية للجسم وينقل الوزن من الجزء العلوي للجسم إلى الطرفين السفليين في حالة الوقوف، ونقل الوزن إلى الرِّجلين بالتناوب بينهما في حالة الحركة (المشي _ الجري _ الهرولة ... إلخ)، ونقل الوزن إلى الارض مباشرةً في حالة الجلوس.



الشكل (٥): صورة توضح انتقال الحمولات في الحوض

٢). الرِّجْل (من أصل الفخذ إلى القدم):

تتكون الرِّجل من عظم الفخذ وعظمي الساق وعظام القدم.

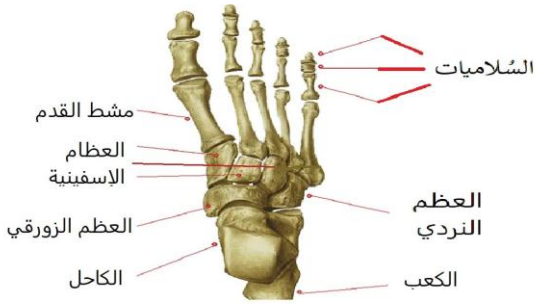
١. **لعظم الفخذ وعظمي الساق وظائف مشتركة بينهما** منها:

- نقل الحمولات القادمة من الحزام الحوضي إلى القدم وذلك بحالة الوقوف.
- تأمين الحركة المطلوبة للجسم (المشي _ الجري _ الهرولة ... إلخ) وذلك بمساعدة العضلات وتتناوب الحمولات في حالة الحركة من الرِّجل اليمنى إلى اليسرى ومباشرة إلى القدم (الأحمال تتجمع على قدم واحدة أثناء المشي).

٢. **القدم:**

- بُنية هيكلية ميكانيكية قوية تعتبر من أكثر الهياكل تعقيداً في الجسم، يقف عليها الإنسان وهي أدنى جزء من الهيكل العظمي، تقع أسفل الساق، لذلك تُكوّن القدم القاعدة (الأساس) التي يستقيم عليها الجسم.
- تتألف القدم من ٢٦ عظمة و٣٣ مفصلاً و٢٠ عضلة و١٠٧ أربطة، تعمل مكونات القدم والكاحل معاً باستمرار للسماح للإنسان بأداء وظائف أساسية في الحياة كالمشي والجري والوقوف والقفز .... إلخ، ولكن يجب ألّا تكون هذه المكونات

قوية بما يكفي لتحمل وزن الجسم والقوى المؤثرة عليه فحسب، بل يجب أيضاً أن تكون رشيقةً بما يكفي للتحرك بدقة، ومن المعلوم أنّه حتى الإصابات الطفيفة أو البسيطة في أي جزء من القدم أو الكاحل يمكن أن تضر بسلامة ديناميكية العمل الحاسمة هذه. [5]



الشكل (٦): عظام القدم

توزيع الحمولات في القدم:

١. العظم العقبي (الكعب): وهو أكبر عظام القدم حجماً، يكون مستند على طبقة من الدهون (مُخمدات) ويحمل نصف الحمولة في حالة الوقوف.
٢. يتفرع النصف الثاني من الحمولة بشكل شبكي إلى باقي عظام القدم (عظم نردي، زورقي، عظام إسفينية، مشط القدم، السُلاميات)، وتتناقص الحمولة على الأصابع تدريجياً من الإبهام إلى الخنصر، وذلك وفق الكثير من الدارسات التي أُجريت على القدم لتصميم الأحذية. [6]

ينتقل ٥٠% من الحمولات عن طريق القدم مباشرة إلى الأرض وما تبقى من الحمولة تنتقل عن طريق مشط وأصابع الرجل، والجزء الأكبر منها ينتقل عبر الإبهام التي هي أكبر أصابع القدم وتمتلك بنية ميكانيكية قوية ومن وظائفه الحفاظ على التوازن والدفع عند المشي، ويزداد الوزن على الإبهامين كلما زادت المسافة بين القدمين بسبب قربهما –مقارنة مع الأصابع الأخرى– من مسقط مركز الثقل (منتصف البعد بين القدمين) ونلاحظ تناقص حجم الأصابع طرداً مع تناقص الحمولة عليهم بالتدريج وصولاً إلى إصبع الخنصر وهو الأصغر بينهم، وبدون إصبع القدم الكبير –بغض النظر عن حدوث الإعاقة– يجب على القدم أن تتعلم من جديد كيفية التوازن، وهذا من شأنه أن يُجبر الأجزاء الاخرى من القدم على القيام بوظيفة التوازن التي يقوم بها إصبع القدم الكبير عادةً. [7]

الشكل (٧): صورة توضح انتقال الحمولات في القدم بشكل مبسط

- وهنالك الكثير من الأمثلة الهندسية في أجسامنا كالقلب الذي يعتبر كمضخة هيدروليكية تتناقص أقطار شرايينها كل ما ابتعدنا عنها (قوانين برنولي)، والقفص الصدري الذي يشكل صندوقاً يتوسع ليؤمن ضغطا سالباً ينتج عنه الشهيق ويتقلص ليؤمن ضغطاً موجباً أعلى من الضغط الجوي ينتج عنه الزفير .... إلخ.

الخاتمة:

يتبين لنا في نهاية البحث أن الهيكل العظمي عند الإنسان هو بناء هندسي متكامل مُحكم التصميم مُحكم التنفيذ مُحكم الإشراف بعد التنفيذ.

المراجع:

[1] D. Oliver, “The Vertebral Column”, Teach Me Anatomy, 2022, doi: teachmeanatomy.info/back/bones/vertebral-column.

[2] A team from WebTeb company, “Anatomical overview of the spin”, WebTeb, 2015, doi: ١٥٦٠٠_ www.webteb.com/articles.

[3] Dr. Randale C. Sechrest MD, “Cervical Spine Anatomy (eOrthopod)”, Randale Sechrest, 2014, doi: www.youtube.com/watch?v=RNUpMNd_u1U.

[4] D. Milardi, G. Cacciola and V. Filardi, “Finite element analysis of sagittal balance in different morphotype: Forces and resulting strain in pelvis and spine”, Journal of Orthopaedics, vol. 14, No. 2, pp. 268-275, 2017, doi: 10.1016/j.jor.2017.03.007.

[5] Dr. Jesper Fritz, Dr. Ronald, “Foot and Ankle Anatomy”, International Knee & Joint Center, 2020, doi: www.knee.ae/ar/foot-and-ankle-knee-surgery-abu-dhabi-uae.html.

[6] Filardi V, “Finite element analysis of the foot: Stress and displacement shielding”, National Library of Medicine, Vol. 14, pp. 974-979, 2021, doi: 10.1016/j.jor.2018.08.037.

[7] Dr. Marjorie, Dr.Lisa, “How Does the Big Toe Function?”, Ultimate Foot Care, 2022, doi: www.ultimatefootcare.com/blogs/item/100-how-does-the-big-toe-function.