البُنية المورفولوجية عند للهوموإركتوس

الدكتور: عبد الله السليمان
قسم التاريخ – كلية الآداب – جامعة دمشق.

الملخص بلغة عربية:

إن دراسة مورفولوجيا الهوموإركتوس من خلال الهياكل العظمية مع مراعاة اللدانة النمائية (النمط الظاهري)؛ سيقدم لنا الكثير من الأجوبة عن أنماط التكيف التي سلكها أفراد الهوموإركتوس في سبيل الاستجابة لتحدي شروط المناخ والطبيعة المحيطة بهم، وأثر البيئة والتبدل المناخي على تلك البنية المورفولوجية، وقدرتهم على التأقلم معها، وأثر تلك البنية المورفولوجية على الدماغ ونموه. ولعل أهم ما يمكن استعرضه من مورفولوجيا هي الوقفة المنتصبة والسير على قدمين، وديناميكية حركة القدم والحوض والركبة، والساقين الطويلتين، والعلاقة الجدلية بين الوقفة المنتصبة واليد الحرة، والقدرة على التعرق، وتجدر الإشارة أن الهيكل العظمي لفتى توركانا قدم لنا الكثير من المعلومات حول مورفولوجيا الهوموإركتوس.

Morphological structure of Homo erectus

Abstract

Studying Homo erectus morphology through skeletons, taking into account developmental plasticity (phenotype), will provide us with many answers about the adaptation patterns Homo erectus individuals followed in response to the challenging climatic and natural conditions surrounding them, the impact of the environment and climate change on this morphological structure, their ability to adapt to it, and the impact of this morphological structure on the brain and its development. Perhaps the most important morphology that can be reviewed is the upright stance and walking on two feet, the dynamics of foot, pelvis, and knee movement, the long legs, the dialectical relationship between the upright stance and the free hand, and the ability to sweat. It is worth noting that the skeleton of the Turkana Boy has provided us with a great deal of information about Homo erectus morphology.

مقدمة:

يهتم علماء ما قبل التاريخ بدراسة مورفولوجيا الهياكل العظمية لما تقدمه من معلومات مفيدة عن جنس صاحب الهيكل العظمي، ومتوسط عمر الوفاة، وأنماط النمو، وحتى الكسور والتشوهات والأمراض البيولوجية التي كان يعاني منها، وإن كانت سبباً أساسياً في وفاته من عدمه، لا بل إن علماء ما قبل التاريخ تمكنوا من خلال نقاط ارتباط العضلات على العظام أن يعيدوا تقدير حجم العضلات وشكلها، وهذا بدوره يسهل فهم أو تصور أقرب ما يكون للحقيقة عن مورفولوجيا كل فرد من جنس «هومو Homo» سبقنا ومشى منتصباً على سطح هذا الكوكب، وأنماط سلوكهم، وطبيعة الحركة البدنية، وكثير من الوظائف الحيوية، فعلى سبيل المثال إن دراسة مورفولوجيا الجمجمة ومعرفة حجم الأنف والعينين –على سبيل المثال– قد يكون مفيداً في معرفة قدرات حواس البصر والشم. كما إن الجهاز السمعي كله موجود مثلاً بحفظ العظم الصدغي، ومن المفيد التعرف على عظم الأذن الذي يقع ضمن تجويف الأذن الوسطى للجزء القذالي؛ حيث تقع هناك ثلاثة عظام (المطرقة والسندان والركاب)، إن دراسة بنيته المورفولوجية سيساعدنا على فهم قدرات مثل السمع والتوازن. هذا بالمجمل أما يخص الأدبيات العلمية عن الهوموإركتوس فإنها متواضعة في الموروث الثقافي العلمي العربي، حالها حال أدبيات ما قبل التاريخ كافة. وحتى على مستوى اللغات الأجنبية لم تكتمل أطر الصورة بعد؛ فالتفسيرات متباينة ومشوشة بسبب سوء الحفظ، أو التقديرات غير الدقيقة، هذا ناهيك عن شح المكتشفات الأنثروبولوجية. واليوم وبعد الطفرة المعرفية الجيدة في العقدين الأخرين نتيجة المكتشفات الجديدة والبحوث والدراسات التي تناولت الهوموإركتوس، صار ممكنا رسم صورة عامة عن مورفولوجيا الهوموإركتوس بناءً على مجموعة من الهياكل العظمية الآسيوية والإفريقية، وذلك من خلال دراسة هذه الهيكل العظمية وكل ما يتعلق بها من وقفه منتصبة والسير على القدمين، لكن بحذر علمي شديد؛ نظراً للاختلافات المورفولوجية الإقليمية الطفيفة، فالفروق بين النوع الآسيوي والأفريقي H. erectus/ergaster تكاد أن تكون واضحة للعيان، فرغم النوع الواحد إلا أن المناخ لعب دوراً كبيراً في ترك لمسات مورفولوجية فارقة بين سكان المنطقتين، امتدت لتشمل فروقات في الهيكل العظمي وحجم الفرد، واستناداً لتحليلات

العظم الصدغي التي قام بها الأستاذ تيرهون Terhune سنة 2007م كان أفراد الهوموإركتوس أكثر من حملوا فروقاً مورفولوجية فيما بينهم، ويرى كثير من علماء ما قبل التاريخ أن هذه الفروقات تندرج في إطار ما أطلقوا عليه مسمى «اللدانة النمائية»؛ الناتجة عن تكيفات تفرضها البيئة على بنية جسد الفرد بما يناسب وسطه المحيط.

تمهيد:

لم يكن الحديث عن مورفولوجيا الهوموإركتوس سهلاً بسبب ندرة المكتشفات العظمية الكاملة، وقد تعلم علماء الحفريات البشرية الكثير من سلسلة من الاكتشافات الأحفورية منذ سبعينيات القرن العشرين في إفريقيا[1]، حيث قدم حوض بحيرة توركانا Turkana (كانت تسمى بحيرة رودولف) في كوبي فورا Koobi Fora شمال كينيا، أهم نماذج لعظام الهوموإركتوس في إفريقيا، والتي ساعدت على فهم مورفولوجيا الهوموإركتوس وبنية أجسادهم، والعينات الرئيسية هي: جمجمتان، وتسعة فكوك غير مكتملة، وهيكل عظمي جزئي، وبعض عظام الأطراف المعزولة[2].

إن أقدم عينة لأفراد الهوموإركتوس في السجل الأحفوري حصلنا عليها سنة 1981م من على مرتفعات أثيوبيا في منطقة ملكا كانتور Melka Kunture موقع جاربا أربعة Garba IV في السوية E، حيث تم العثور على فك رضيع تم تأريخه بواسطة أحدث الأساليب المغناطيسية؛ فتبين أنه يعود لنحو 2 مليون سنة خلت، وهكذا فإنه يمثل واحدة من أقدم عينات الهوموإركتوس على الإطلاق .[3]

كما عثر رتشارد ليكي R. Leakey على الشاطئ الشرقي لبحيرة توركانا سنة 1975م على جمجمة محفوظة بشكل جيد جداً وكاملة لشاب من أفراد الهوموإركتوس، وتعرف في أوساط المختصين باسم جمجمة توركانا الشرقية East Turkana، وهي جمجمة كاملة لشاب من أفراد

---

[1]((Stefoff, R., *First humans; (Humans: an evolutionary history)*., Marshall Cavendish Benchmark, New York 2010, p.86.

[2]() Klein, R, G., *Hominin dispersals in the Old World*., Chapter 3, January., 2005, p.86.

[3]((Mussi, M., & Matthew M. Skinner., & Rita T. Melis., & Joaquîn Panera., & Susana Rubio-Jara., & Thomas W. Davies., & Denis Geraads., & Hervé Bocherens., & Giuseppe Briatico., & Adeline Le Cabec., & Jean- Jacques Hublin., & Agness Gidna., & Raymonde Bonnefille., & Luca Di Bianco., & Eduardo Méndez -Quintas., *Early Homo erectus lived at high altitudes and produced both Oldowan and Acheulean tools*, Science 382, 2023, pp.713-714.

الهوموإركتوس سعتها تتراوح ما بين 850– 900 سم^3، وقد أرخت بنحو 1,9 مليون سنة، بواسطة البوتاسيوم –أرجون potassium–argon[4]. إن عينة جاربا وجمجمة توركانا الشرقية هما أقدم عينتان معروفتان عن الهوموإركتوس حتى تاريخنا هذا. في حين أن آخر عينة عظمية وصلتنا بشكل ثبات وموثق لفرد من أفراد الهوموإركتوس ظهرت في جنوب شرق آسيا، في نغاندونغ Ngandong (إندونيسيا) قبل 110 ألف سنة، حيث عدت قبلتهم التي هاجروا إليها بعد أن خرجوا من إفريقيا؛ ونغاندونغ قرية صغيرة تقع في منطقة بلورا Blora، في وسط جزيرة جاوا، على نهر سولو Solo، في منطقة ذات تضاريس جبلية صعبة وغابات ومناخ رطب[5]، أما فيما يخص تصنيف رجل نغاندونغ فهناك دراسة علمية ومفصلة عن البقايا الأحفورية من نغاندونغ؛ هي دراسة سانتا لوكا Santa Luca 1980م[6]، ويؤكد توصيف نغاندونغ أن الهوموإركتوس متنوع إقليمياً استناداً إلى اللدانة النمائية أو النمط الظاهري.[7]

أما من حيث رقعة الانتشار المكاني؛ فقد تبين منذ اكتشافات الهوموإركتوس الأولى؛ أنهم استوطن قارات العالم القديم الثلاث، وانتشر في مناطق جغرافية واسعة ومتباينة مناخياً؛ وهذه المناطق تشمل جنوب وشرق وشمال إفريقيا، وتركيا وألمانيا وإسبانيا وجورجيا، والمشرق والمغرب العربي، والصين واندونيسيا[8]، وعاشوا في مناطق جغرافية مختلفة منها المنخفض كما هو الحال قرب بحيرة توركانا في الوادي المتصدع أو الوادي الخسيف Rift Valley، وفي مناطق مرتفعة

[4]() Tattersall, I., *Homo sapiens has had the earth to itself*., Scientific American., 2003, p.23.

[5]((Cremo, M., *Hidden History of the Human Race*., California.,1994, p.129.

[6]((Bartstra, Gert-Jan., *Indonesia*; *in the period of Homo sapiens neanderthalensis and contemporaries*., In book: *History of Humanity*, Vol I; Prehistory and the Beginnings of Civilization, Edited by: S. J. de Laet Co-edited by A. H. Dani, J. l. Lorenzo and R. B. Nunoo., United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization 1994, p.446.

[7]((Anton, S. C., & Taboada, H. G. & Middleton, E. R., & Rainwater, Ch. W. & Taylor, A. B. & Turner, T. R. & Turnquist, J. E. & Weinstein, K. J. & Williams, S. A., *Morphological variation in Homo erectus and the origins of developmental plasticity*., The Author(s) Published by the Royal Society, 13 June 2016, p.1.

[8]((Radtke, T., *Physical Anthropology*; An Open Educational Resources Publication by Taft College Authored and compiled by Sarah Etheredge, College of the Canyons, Version 2; 2019, p.171.

نسبيا؛ بلغ ارتفاعها نحو 2200م فوق مستوى سطح البحر، كما هو حال مع أفراد الهوموإركتوس الذين عاشوا فوق مرتفعات أثيوبيا في منطقة ملكا كونتوري جنوب أديس أبابا بنحو 50كم، لقد كان مناخ العصر البليستوسيني Pleistocene على هذا العلو المرتفع أكثر برودة ورطوبة من المناخ الموجود في المرتفعات المنخفضة للوادي المتصدع حيث عثر على معظم الأدلة الأحفورية لأشباه البشر .[9]

أولا: فتى توركانا النموذج الأمثل لبنية مورفولوجيا الهوموإركتوس:

اعتمد علماء ما قبل التاريخ في دراسة مورفولوجيا الهوموإركتوس –باستثناء الجمجمة– على عظامهم التي عثر عليها بوفرة في أفريقيا وجورجيا، وبدرجة أقل في جنوب شرق آسيا، مستندين بشكل أساسي على فتى توركانا، الذي كشف النقاب عنه في أواخر آب سنة 1984م ؛ عندما كان كامويا كيمو Kamoya Kimeau عضو فريق عالم الإنسانيات التابع للأستاذ آلان ووكر Alan Walker (جامعة بنسلڤانيا Pennsylvania) ينقب على طول الضفة الجنوبية لنهر ناريوكوتوم Noriokotome سريع الزوال، على بعد نحو خمس كيلومترات من الشاطئ الرملي الغربي لبحيرة توركانا في الوادي الخسيف شرق إفريقيا؛ وهذا الوادي كان مصدراً للعديد من اكتشافات أشباه البشر فيما قبل التاريخ. لقد اختار كيمو مكاناً صعباً وغير واعد، على ارتفاع طفيف تحميه شجرة أكاسيا Acacia؛ على طول قناة مجرى جاف غرب بحيرة توركانا تحت أشعة الشمس. كان السطح مليئاً بحصى الحمم البركانية السوداء، ومن المحتمل أن أية أحافير في المكان كان من المفترض أنها قد تآكلت نتيجة دهسها من قبل قطعان الماعز والجمال المحلية. بدت فرص كيمو ضئيلة، لكنه تغلب على مثل هذه الصعاب في تجاربه السابقة، فهو منقب الحفريات الأكثر براعة في كينيا. قام العمال الميدانيون بغربلة الرواسب القريبة، وبالفعل سرعان ما تم اكتشاف قطعة من العظم الأسود بحجم علبة الثقاب، يصعب تمييزها عن الحصى المحيطة بها، وعندما التقطها كيمو أدرك أنها جاءت من جبهة نوع منقرض من أحد أشباه البشر. لقد جذب اكتشاف كيمو الأستاذ ووكر إلى مكان الاكتشاف، وعلى مدى السنوات الأربع التالية قادوا الفريق الذي قام بحفر الرواسب القريبة بدقة، ظهر المزيد والمزيد من العظام، حتى تمكنوا في النهاية من اكتشاف 3– 4 جماجم، بالإضافة إلى هيكل عظمي لفتى مراهق؛ عثر عليه في السوية الأثرية

[9]((Mussi, M., et. la., Op. Cit., 2023, p.713

الثالثة (3NK)، اصطلح علماء الآثار على تسميته بـ "فتى توركانا Turkana Boy"[10]، الهيكل العظمي كامل تقريباً بلغ مجموع عظامه نحو مائة وثماني عظام، أي ما يمثل 80% من مجموع عظام جسده، ونحو 70% من عظام جمجمته بالإضافة إلى الأسنان، وبينوا أنه ذكر بالغ؛ استناداً لشكل عظم الحوض .[11]

موقع اكتشاف فتى توركانا

لقد حصل هذا الهيكل العظمي لفتى توركانا على الرمز العلمي (KNM–WT 15000) وفق دليل المتحف الوطني في كينيا، وأرخ بواسطة البوتاسيوم–أرغون (Ar/K) بـ 1,6 مليون سنة. يُعد فتى تُركانا أفضل عيّنة لفرد من أفراد الهوموإركتوس؛ قُدّر وزنه بنحو 150 باون؛ أي ما يعادل 68كغ، بينما قُدّر طوله عند موته بـ (162سم)، ولو عاش إلى سن البلوغ كان من المرجح أنه سينمو حتى يصبح طوله (182سم)؛ على فرض أن نمو أفراد الهوموإركتوس شبيه بأنماط نمونا، وربما أن أفراد الهوموإركتوس يتفوقون علينا بمعدلات النمو، ولعله كان إحدى أكثر الاكتشافات الأثرية إثارة في علم الأنثروبولوجيا[12]. إذ كان يُعتقد لفترة طويلة أن الهوموإركتوس صغير الحجم،

[10]() Klein, R, G., Op. Cit., 2005, p.89.

[11]((Bribiescas, Richard G., *Men: evolutionary and life history*., First Harvard University Press paperback edition, 2008, p.57.

[12]() Klein, R, G., Op. Cit., 2005, p.87.

لكن اكتشاف الهيكل العظمي لفتى توركانا صحح هذا المفهوم[13]، كما تبين أن لأفراد الهوموإركتوس جسد كبير، يشبه في الحجم والشكل العام جسد الإنسان العاقل[14]، وهيكل عظمي يشبه إلى حد ما هيكلنا العظمية[15]، وإن أطوال الذكور منهم تراوحت بين 160–185سم، وبلغت أوزانهم نحو 68كغ، وكان الذكور أكبر من الإناث بنسبة تراوحت بين 20 –30 %، وهي نسبة قريب من اختلاف الحجم الذي نشاهده في جنسنا البشري[16]. وإن كانت هناك دراسات حديثة أثبتت استناداً لبعض اكتشافات العظام المتحجرة والتحليلات المورفولوجية، أن ازدواج الشكل في حجم الجسم عند أفراد الهوموإركتوس كان أعلى بكثير مما لوحظ عند الإنسان العاقل.[17]

عظام فتى توركانا في متحف كينيا

لقد ساعدت الطريقة التي توفي فيها فتى تركانا؛ هيكله العظمي على النجاة من التحلل نتيجة عوامل الطبيعة أو حتى الحيوانات المفترسة، ما ساعدنا في الحصول على هيكل عظمي

[13]() Coppens, Y., & Denis Geraads., *The period of Homo Habilis and Homo Erectus*., In book: *History of Humanity*, Vol I; Prehistory and the Beginnings of Civilization, Edited by: S. J. de Laet Co-edited by A. H. Dani, J. l. Lorenzo and R. B. Nunoo., United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization 1994, p.161.

[14]() O'Connell, J. F., & Hawkes, K., & Blurton Jones. N. G., *Grand mothering and the evolution of Homo erectus*., Journal of Human Evolution 36, 1999, p.462.

[15]() Tattersall, I., *Homo sapiens has had the earth to itself*., Op. Cit., 2003, p.22.

[16]((Radtke, T., Op. Cit., 2019, p.171.

[17]((Hatala, K. G., & Neil t. Roach & Kelly R. ostrofsky & Roshna e. Wunderlich & Heather L. Dingwall & Brian A. Villmoare & David J. Green & John W. K. Harris & David R. Braun & Brian G. Richmond., *Footprints reveal direct evidence of group behavior and locomotion in Homo erectus*., Scientific Reports, June 2016, p.5.

مكتمل لفرد من أفراد الهوموإركتوس عاش على سطح هذا الكوكب قبل نحو 1,6 مليون سنة. لقد أمضى علماء الاختصاص سنوات في دراسة الطبقات الأثرية التي عثر فيها على هذا الهيكل العظمي؛ حتى أنهم قاموا بتنخيل جميع الرسوبيات التي رفعوها من حول الهيكل العظمي، واستخلصوا منها عدداً من عظام الثديّات والطيور المتكسرة وبقايا أسماك وزواحف مائية، في منخفض قطره 3 أمتار، لم يعثر على أدوات حجرية مع هذا الفتى، رغم أنه من المؤكد أنه صنعها واستخدمها. إن ما تقدم دفع الباحثين للتخمين أن الفتى عندما مات انجرفت جثته إلى مستنقع واسع على سهول ضفاف نهر قديم أو سقط فيه ثم توفي، ثم تفسخت جثته في هذا المستنقع بعد فترة من الوقت. لكن كيف توفي؟ نحن لا نعلم لماذا كان هذا الفتى المراهق وحده على ضفة ذلك المستنقع وسط الأعشاب الكثيفة؟ وماذا كان يصنع عندما سقط فيه؟ في الواقع لقد فارق الحياة ووجه مقلوب، أي أنه ربما مات مختنقاً في الطين بعد أن غمر كامل جسده، دون أن تتعرض له آكلات اللحوم، التي لو شمت رائحته لقطعته إرباً. وإن كان الفحص البيولوجي قد أظهر أنه مصاب بالتهاب في لثته، تعرض له بعد سقوط الضرس اللبنية وظهور ضرس دائم، وربما أن هذا الالتهاب تسبب بتسمم في الدم ما أدى إلى الوفاة. في النتيجة توفي المراهق في هذا المستنقع وساهمت حمولة الرواسب الثقيلة في مياه المستنقع بحفظ جسده بعد أن غطته بالكامل، فتحجرت عظامه فيها، وهكذا قدر لهيكله العظمي أن ينجو من مصير ما كانت تواجهه الهياكل العظمية لأبناء جلدته في بيئة مفتوحة مثل بيئة حوض تركانا، فغالبها تعرض للبعثرة وربما للتحطيم الكامل أو الجزئي نتيجة الطقس والحيوانات المفترسة.

لقد توفي فتى توركانا قبيل بدء سنوات المراهقة؛ فاستناداً إلى انغلاق دروز الجمجمة، وانغلاق الصفائح المشاشية في المفاصل، يبدو أن عمره كان ما بين 11 – 12 سنة. ومع ذلك فإن أسنانه التي تم فحصها بالتفاصيل المجهرية، تظهر خطوط نمو تشير إلى أنه كان أصغر سناً؛ ربما كان عمره 8 أو 9 سنوات[18]، ولكن حتى في هذه السن المبكرة، كان فتى توركانا قد طور مناطق واضحة من الارتباط العضلي في عظامه الطويلة، مما يدل على أسلوب حياة شاق للغاية[19]. ومن فحص أضراسه من قبل الأستاذين ألن والكير وريتشارد ليكي في سنة 1993م،

[18](Stefoff, R., Op. Cit., 2010, p.87.

[19](Coolidge, F. L., & Thomas Wynn., *The Rise of Homo sapiens*; *The Evolution of Modern Thinking*., United Kingdom 2009, p.107.

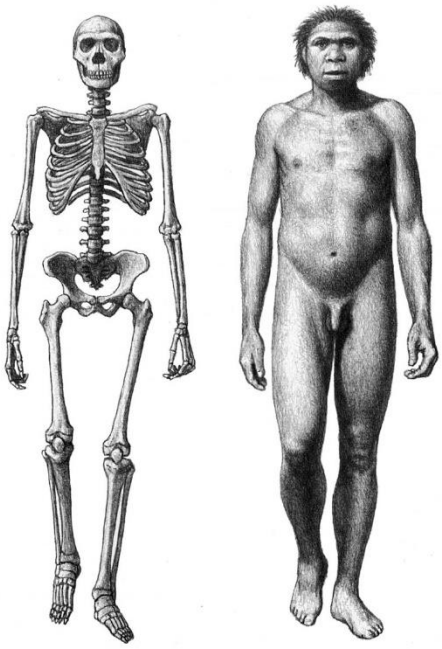
تبين أنها لم تكن قد نبتت بالكامل عند وفاته، إذ يحتوي الفك السفلي على قواطع دائمة وأنياب، بينما كان يحوي الفك العلوي على أضراس لبنية، وقد يعني هذا الدليل أن نوع فتى توركانا نضج بسرعة أكبر من البشر المعاصرين.[20]

لقد كان فتى توركانا نحيفاً جداً، ووركه صغير (حتى بالنسبة لصبي)، امتلك رقبة فخذية طويلة ("ذراع" عظم الفخذ المتصل بالحوض)، وكان لديه أطراف طويلة نسبياً مقارنة بطوله[21]. رأى فيه عالم الحفريات القديمة إين تاترسال Ian Tattersall من المتحف الأمريكي للتاريخ الطبيعي، أنه الأقرب لصورتنا البشرية في معظم خصائصه الجسدية (طبعا باستثناء حوضه الأضيق مما هو عند فتيان الإنسان العاقل)، حتى أنه كان يبدو من بعيد مشابهاً جداً على نحو مدهش أولئك للرعاة النحيلين الذين يعيشون في البيئات الاستوائية المماثلة في الوقت الحاضر ويعيشون حول بحيرة تُركانا اليوم، والصوماليون Somali والماساي Masai وغيرهم من المجموعات العرقية الحديثة في شرق أفريقيا؛ التي يمتاز أفرادها بمورفولوجيا عامة للجسد تتلخص في جسم وأطراف طويلة ونحيلة. في الواقع إن هذه البنية المورفولوجية هي تكيف في بنية الجسد لدى بعض مجموعات الأشخاص الذين يعيشون في مناخات حارة وجافة؛ لأنها تحتوي على نسبة أعلى من سطح الجلد إلى كتلة الجسم مقارنة بالأجسام الأقصر والأثقل، إن ارتفاع نسبة مساحة السطح إلى الكتلة، يمكن أن يخلص الجسم كمية حرارة أكبر، مما يساعد الفرد على البقاء بارداً. وهكذا كان لدى فتى تُركانا نوع جسم كلاسيكي متكيف لطرح الحرارة، في مقابل أفراد الهوموإركتوس الذين عاشوا في الصين –الأقصر والأكثر سمنة– ما منحهم نسبة مساحة سطحية أقل إلى كتلة الجسم، وهو ما كان سيبقي أجسادهم أكثر دفئاً في الأوقات الباردة.[22]

[20]((Walker, A., & Leakey, R., *The Nariokotome Homo erectus Skeleton.,* Cambridge, MA: Harvard University Press 1993.

[21]((Coolidge, F. L., & Thomas Wynn., Op. Cit., 2009, p.108.

[22]((Stefoff, R., Op. Cit., 2010, p.87.



إعادة بناء فتى توركانا

ولما كان فتى تُركانا مثالا نموذجياً عن الهوموإركتوس فإن مورفولوجيا الجمجمة والوجه؛ تظهر أن له اختلافاً ظاهراً بشكل لافت للنظر عن ذرية الإنسان العاقل، فجمجمته طويلة ومنخفضة، إلا أنه لم يكن لفتى توركانا جمجمة سميكة الجدران؛ كما هو الحال في أقاربه من أفراد الهوموإركتوس الآسيويين. كانت جبهته (العظم الأمامي) مسطحة ومتراجعة نحو الخلف، وتنحدر لتندمج بزاوية مع الحاجب العظمي فوق عينيه. كان أنفه إنسانياً عادةً في بروزه الأمامي، وخياشيمه متجهة نحو الأسفل، وفي هذا اختلف عن الأسترالوپيثك Australopithecines والهوموهابيل Homo habilis. كما كان وجهه ملفتاً للنظر بسبب طوله الكبير من الأعلى إلى الأسفل، وكان فكاه الضخمان بارزين إلى الأمام. تحتوي هذه الفكوك على أسنان مضغ أكبر بكثير من أسناننا، حتى لو كانت أصغر من المتوسط لدى أفراد الهوموهابيل أو الأسترالوپيثك. أما العظم الموجود أسفل أسنانه الأمامية السفلية فكان مائلاً بشكل حاد إلى الخلف، مما يعني أنه كان بلا ذقن تماماً.[23]

[23]() Klein, R, G., Op. Cit., 2005, p.88.

ثانياً: أثر البيئة على البنية المورفولوجية عند أفراد الهوموإركتوس:

لما كان أفراد الهوموإركتوس قد سكنوا مناطق جغرافية متنوعة على امتداد قارات العالم القديم الثلاث، فإن سوزان أنطون Susan Antón (عالمة الحفريات من جامعة روتگرز Rutgers)؛ تؤكد أن الظروف البيئية التي عاشوا بها أثرت بصورة عميقة على شكلهم المورفولوجي العالم، وتركت فروقاً واضحةً للعيان، ويؤكد أغلب علماء الأنثروبولوجيا أن هذه الفروق مقبولة ومفهومة، وبينوا أنها تندرج في إطار ما أطلقوا عليه مسمى (اللدانة النمائية)، وبالتالي اقترحوا أن تشتت وطول العمر التطوري للأنواع قد يكون مرتبطاً باللدانة النمائية (النمط الظاهري) الشبيهة بما هو موجود عند أفراد الإنسان العاقل، واللدانة النمائية هي القدرة على تعديل النمو استجابةً للظروف البيئية، مما يؤدي إلى تباين في تشريح البالغين الذي لا يتم توجيهه وراثياً[24]، وهذه اللدانة توضح تنوع الهوموإركتوس المورفولوجي والتباين بين المجموعات الإقليمية من سلالة واحدة متطورة، ذات نطاق جغرافي كبير.[25]

لقد كانت درجات الحرارة أكثر العوامل البيئية التي أثرت في شكل أجسادهم وحجمه، إذ يسعى الجسد دائماً إلى التكيف مع الظروف المناخية المحيطة به، لاسيما أن درجات الحرارة كانت مختلفة ما بين أوراسيا وأفريقيا في العصر الحجري القديم الأدنى؛ العصر الذي عاش فيه أفراد الهوموإركتوس[26]. لقد عاش أفراد الهوموإركتوس في شرق إفريقيا قبل أن ينتشروا في قارات العالم القديم، ويبدو أنهم استطاعوا أن يتكيفوا مع درجات الحرارة المرتفعة هناك، فرغم أن حرارة الجو تصل في مناطق الساڤانا إلى الثلاثينات، إلا أن أجسادهم حافظت على حراتها بصورة طبيعية دون أن ترتفع. في الواقع يُعد التنظيم الحراري للجسم فائدة محتملة ناتجة عن الوقفة المنتصبة، فالأستاذ بيتر ويلر Peter Wheeler (من جامعة جون مورز John Moores في ليڤربول Liverpool بإنكلترا) كان قد سلم بأن التحرك بشكل منتصب؛ أتاح لأشباه البشر الأوائل تنظيماً

[24]((Anton, S. C., et. La., Op. Cit., 2016, pp.1,2.

[25]((Carotenuto, F., & Tsikaridze, N., & Rook, L., & Lordkipanidze, D., & Longo, L., & Condemi, S., et al., *Venturing out safely: The biogeography of Homo erectus dispersal out of Africa*., Journal of Human Evolution, 95, 1-12., 2016, p.5.

[26]((Anton, S. C., et. La., Op. Cit., 2016, p.2.

أفضل لحرارة أجسامهم، وذلك عبر تقليص مساحة التعرض السطحي لشمس إفريقيا المحرقة، أو للإشعاع المنعكس من الأرض في مناطق الساڤانا .[27]

لا شك أن للوقفة المنتصبة تحت أشعة الشمس فائدة، في البيئة غير المظللة الخالية من الأشجار كالمنطقة المدارية، وهي الحمل الحراري الذي تفرضه الشمس القوية على الجسم، فالتخلص من هذه الحرارة أمر مهم، والوقوف منتصباً يقلل سطح المنطقة الماصة للحرارة التي تتعرض للشمس، كما أنها تزيد من مساحة الجسم إلى الكتلة ما يتسبب في فقدان الحرارة بالإشعاع وبتبخير العرق بشكل أكبر، وكلما كان المرء أطول يمكن أن يستفيد من نسيم الهواء في خفض حرارة جسده[28]، إن هذه التكيفات تقلل من كمية الإجهاد الحراري المفرط؛ الذي يمكن أن يؤثر على عملية التمثيل الغذائي في الجسم، وخاصة الدماغ كونه المستهلك الأعظم للطاقة في الجسم.[29]

في الواقع لم تكن الوقفة المنتصبة وحدها تكيفاً مناخياً مهماً؛ فحتى الأطراف الطويلة عند الهوموإركتوس هي شكل مورفولوجي تكيفي؛ فبالمقارنة مع أطراف النياندرتال القصيرة، التي عدت نوعاً من التكيف مع مناخ المنطقة الباردة حيث عاشوا في أوروبا والشرق الأدنى (كون الأطراف القصيرة تقلل من خسارة حرارة الجسم)، إلا أن أطرافهم القصيرة قصرت خطواتهم. أما أفراد الهوموإركتوس الذين عاشوا في إفريقيا المشرقة وانتشروا منها، لم يكونوا بحاجة إلى هذا النمط من التكيف، بل إن أجسامهم الطويل النحيلة كانت بحاجة إلى أطراف طويلة. إن الأطراف الطويلة هي تكيف مع مناخ المنطقة الحار؛ الذي قُدّر متوسط درجات حرارته بـ 30,8 درجة. وقد أسهمت هذه الأطراف الطويلة عند أفراد الهوموإركتوس في زيادة نسبة سطح الجسم إلى حجمه، وإن هذا التناسب أسهم بالمساعدة في التخلص من حرارة الجسم الزائدة. ويبدو أن هذا التكيف مازال موجوداً

[27]((Leonard, W. R., *Food for thought, Dietary change was a driving force in human evolution*., Scientific American, Vol 287, N 6, December 2002, p.109.

[28]((Tattersall, I., *The word from Beginnings to 4000 BCE*., Oxford University Press 2008, p.85.

[29]((Beyin, A., "*Human origins, dispersal and associated environments: An African perspective*". In Ethnology, Ethnography and Cultural Anthropology, [in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), UNESCO, Eolss Publishers, Paris, France 2015, p.12.

حتى يومنا هذا، ويمكن ملاحظته في أبناء شرق إفريقيا، كما هو الحال مع أفراد قبائل الدينكا Dinka في جنوب السودان. وليس من باب الصدفة أن يمتلك هؤلاء الأفراد، الذين يعيشون في واحدة من أكثر بقاع الأرض حرارة، أطرافاً طويلة بصورة مبالغ بها. ويبدو أننا اليوم نملك تنوعاً كبيراً في تناسب الأطراف بحكم أن أسلافنا من ذرية الإنسان العاقل، بعد أن هاجروا من إفريقيا الاستوائية سكنوا أصقاعاً أبرد، فتبدلت الضغوط الانتخابية (الاصطفائية) selection pressures الأمر الذي سمح بظهور تشكيلة من القامات البشرية.[30]

لقد بينت الدراسات التي أجراها بشكل مستقل كل من الأستاذ ليبرمان Lieberman وكريستوفر رَف Christopher Ruff (من جامعة جونز هوپكنز Johns Hopkins) أن الهوموإركتوس قد امتلك قبل نحو 1,9 مليون سنة التناسب الأساسي في أعضاء جسده؛ الذي مكّنه من المشي على قدمين اثنتين، والجري لمسافات طويلة أيضاً، بالإضافة إلى إن تفاصيل سطوح مفاصل الكعب والركبة وعظم الورك توضح أنهم كانوا بالفعل يبذلوا جهوداً كبيرة في هذين المجالين[31]، ربما كان الجري لمسافات طويلة أحد مكونات ذخيرة الحركة البشرية لأول مرة عند أفراد الهوموإركتوس؛ وقد تشمل التكيفات الجديدة للجري الحوض الأضيق، والحُقّ الكبير والعميق، وشفرات الحرقفة المنحنية بشكل سهمي، وزيادة استقرار الأربطة في مفاصل الحوض، وعضلات أقوى، مع هذه التغيرات المورفولوجية، انفصلت حركات الجذع والورك، مما سمح بمزيد من الحركة بينهما، واستقر الجذع بشكل أفضل، وانخفض إجهاد المفاصل، مما جعل الجري سلوكًا حيويًا للبقاء لدى الهوموإركتوس .[32]

كما تكيفت القدم لتقوم بمهمة الجري السريع والمفاجئ؛ إذ تدعم الأربطة والأوتار كعب القدم الرفاص، وهكذا كلما ضرب المرء قدمه على الأرض تُخزن الأوتار الطاقة ثم تحررها ليكون الجري فعالاً أكثر. كما كان حجم القدم عند الهوموإركتوس مطابقاً لحجم القدم عند الإنسان العاقل، إذ تشير أحد طبعات الأقدام لفرد من أفراد الهوموإركتوس في منطقة إليريت Ileret (كينيا) إلى

[30]() Jablonski, N, G., *The Naked Truth*, Recent findings lay bare the origins of human hairlessness-and hint that naked skin was a key factor in the emergence of other human traits, Scientific American, Vol 302, No 2, 2010, p.32.

[31]() Ibid, p.33.

[32]((Gruss, L, T., & Schmitt, D., *The evolution of the human pelvis: changing adaptations to bipedalism, obstetrics and thermoregulation*., Rstb; Royal Society Publishing. org Phil. Trans. R. Soc. B 370: 20140063, 2015, p.7.

كتلة جسم صغيرة؛ ربما أن صحبها كان طفلاً، إذ يبلغ طولها (الذي يتم قياسه من نهاية الكعب إلى طرف أصبع الإبهام الأمامي) نحو 20.5سم، وهذا الطول (وفقا للبيانات التي جمعها أشتون Ashton وزملاؤه) يعادل تقريباً حجم قدم إنسان العاقل الذي يبلغ من العمر 9 سنوات[33]. أثناء المشي البشري يتم تركيز ثقل الجسم على الأرض في نمط تفصيلي يتركز فيه الثقل الأكبر تحت مقدمة القدم، في المنتصف، بينما يعمل الكعب كرافعة صلبة مع المشط لاسيما الأصبعين الأول والثاني في نهاية كل خطوة، إن هذه الآلية عند البشر تختلف عما عليه الحال عند الرئيسيات الأخرى، وقد تم الإقرار بهذه الخاصية دائماً بأنها علامة مميزة لوظيفة القدم البشرية. عموماً تظهر آثار أقدام الإنسان العاقل تدرجاً عاماً في الأصابع من الوسط إلى الجانبين، حيث يكون الإصبع الثاني أكثر طولاً حتى من الإبهام، إن الهدف من هذا الطول الزائد هو توزيع ثقل وزن الجسم. في الواقع تُظهر آثار طبعات أقدام إليريت نمطاً مختلفاً قليلاً عنا، لكنه لا يزال مشابهاً لنا بشكل عام، فرغم أنهم يفتقرون إلى التدرج الواضح من الوسط إلى الجانب، إلا أن طبعات أقدامهم تظهر بشكل جلي أن وزن الجسد تركز تحت مقدمة القدم، في المنتصف، من خلال ما يظهر في طبعات أقادمهم؛ حيث تكون مقدمة القدم، في المنتصف، الأعمق في الطبعة من باقي أطراف القدم[34]. كما إن الساقين الطويلتين وعظمها الكثيف جعلت من الهوموإركتوس مشاء، وربما عداء مسافات طويلة، فالساق الأطول تعني خطوة أكبر. وإن أكثر ما يلفت النظر حول السير على قدمين اثنتين؛ أنه أكثر اقتصاداً في الطاقة بشكل ملموس من التحرك الرباعي الأقدام، عند المدى المألوف لمعدلات المشي، كونه نمطاً من الحركة يفضي بشكل ملموس إلى تخفيض عدد الكالوريات Calories (السعرات الحرارية) المصروفة في الوصول إلى مصادر الغذاء التي ازداد تبعثرها في العصر الحجري القديم .[35]

لقد سمح غياب المعاطف الثقيلة النموذجية (الفراء) عند الهوموإركتوس بتراكم غدد عرقية إضافية أكثر مما كان ممكناً في السابق، وبالتالي عملت خاصية التعرق على التحكم بحرارة أجساد الهوموإركتوس وحافظت عليها بمعدلاتها الطبيعية دون أن ترتفع، إن خاصية التعرق هذه عملت بفضل الجهاز المركزي العصبي (CNS) وبالناقل العصبي الدوبامين Dopaminergic، إن

[33]((Hatala, K. G., et. la., Op. Cit., 2016, p.3.
[34]((Ibid, p.4.
[35]((Leonard, W. R., Op. Cit., 2002, pp.109, 110.

المعدلات المرتفعة من الإجهاد التبخري تتطلب نظاماً أكثر سرعة لإشارات الدوبامين إلى المنطقة العصبية ما تحت المهاد؛ لتنشيط خصائص التنظيم الحراري المعتمدة في الجهاز العصبي عند أفراد الهوموإركتوس[36]. في الواقع إن لدى معظم أنواع الثديّات مجموعة من الميزات المختلفة لتجنب ارتفاع درجة حرارة أجسادها: فالكلب مثلاً يلهث بفواصل زمنية قصيرة، والعديد من أنواع القطط تنشط أكثر خلال ساعات المساء الأبرد، ويمكن للكثير من الوعول أن تفرّغ الدم الذي ارتفعت حرارته في شرايينها إلى أوردة دموية صغيرة؛ سبق لهذه الأوردة أن تبردت من خلال تنفس الوعل عبر أنفه. أما بالنسبة للبشر فإن التعرق هو الاستراتيجية الأمثل للتخلص من حرارة الجسم الزائدة، فالتعرق يبرد الجسم من خلال السائل المائي الذي تطرحه الغدد العرقية عبر المسامات الجلدية، ويسهم تبخره من على سطح الجلد في خفض حرارة الجسم الزائدة بسحبها من الجلد. وتعمل آلية تبريد مجمل الجسد وفقاً لهذا المبدأ، وهي آلية فعالة جداً في منع ارتفاع درجة حرارة الجسم؛ فزيادتها تشكل خطراً على الدماغ وبقية أعضاء الجسم .[37]

إن التعرق خاصية إنسانية على خلاف الثديّات الأخرى؛ فغياب الفراء والجسم العاري سمح لأفراد الهوموإركتوس على تبديد حرارة الجسم الزائدة بسهولة من خلال التعرق، وهذا من شأنه أن يسهل الصيد وتتبع الفريسة لساعات في منتصف النهار دون أن يصاب الجسد بالإرهاق، وعند هذه النقطة يمكن أن تستنفد معظم أنواع الفرائس الأرضية بسهولة طاقتها إذا تمت مطاردتها لمسافة معقولة، لا بل حتى أن أكبر الحيوانات المفترسة تأوي إلى الظلال في ساعات الظهيرة وتتوقف عن الصيد. كل هذه الفوائد يمكن أن تكون قد عززت بقاء أشباه البشر في موطن الساڤانا المفتوح، حيث يتطلب الصيد وجمع الثمار قطع مسافات طويلة والقدرة على التحمل، وتدريجياً ربما تكون وضعية الوقوف على قدمين قد ترافقت مع سمات بشرية مهمة أخرى مثل الدماغ الكبير والتكنولوجيا.[38]

لقد كانت هيئة الهوموإركتوس عارية؛ دون شعرٍ يكسو جسده، وانعكس انخفاض أعداد الشعيرات التي تغطي أجسادهم وانتشار الغدد العرقية إيجاباً عليهم، إذ تضافر جنباً إلى جنب

[36](Dzhinenko, E., *The Cognitive Evolution of Homo erectus The Cognitive Evolution of Homo erectus*., The Undergraduate Research Journal at the University of Northern ColoradoLM, Volume 11, Number 1, July 2022, p.6.

[37]() Jablonski, N, G., Op. Cit., 2010, p.30.

[38]((Beyin, A., Op. Cit., 2015, p.12.

كجزء من آلية طرح حرارة أجسادهم الزائدة؛ فالأجساد الأقل شعراً لها قدرة أكبر على تبريد نفسها؛ عن طريق إفراز العرق ثم تبخيره خلال وقت الإجهاد العضلي الثقيل. وغالباً ما يستشهد علماء الأنثروبولوجيا بصبي توركانا في هذا المقام، فمما لا شك فيه أن فتى توركانا امتلك جسداً عارياً من الشعر، على الأقل شبيه بأجسادنا، إلا أن لون بشرته كان أسوداً، وهذا تكيف طبيعي ومقبول لتخفيف التأثيرات الضارة جداً لأشعة الشمس الاستوائية؛ فالبشرة السوداء تمتاز بوفرة صبغة الميلانين الداكنة فيها؛ والتي تمنع اختراق أشعة الشمس لها.[39]

استنادا إلى الدليل الأثري فإن الانتقال إلى الجلد العاري، وإلى نظام التعرق الذي أساسه غُدد عرق مائية، حصل فعلاً قبل نحو 1,9 مليون سنة خلت، وذلك ليزيل المرء الأحمال الحرارية الزائدة؛ التي رافقت الأسلوب الجديد لحياة أفراد الهوموإركتوس المفعم بالحيوية[40]. لما كان الجري –لاسيما لمسافات طويلة– يكلف الجسد معدلات طاقة كبيرة، وبالتالي ارتفاع في حرارة الجسد، وبما أنه من غير الممكن أن يلهث المرء أثناء الجري، من أجل الحفاظ على حرارة جسده، فمما لا شك فيه أن الجلد العاري أو قليل الشعر هو ميزة بديلة؛ أي أن الجلد العاري من الشعر هو نتيجة ضرورة تبريد الجسم؛ وإن هذه الضرورة انسجمت مع القدرة الفائقة على التعرق، حيث استطاع المرء أن يعوض عن اللهث في منع انهيار الجسد نتيجة الانهاك الحراري في الجو الحار، ويبدو إن الهوموإركتوس كان بحاجة إلى هذه الخاصة ليتمكن من الجري خلف طرائده صغير الحجم، في سهول الساڤانا الاستوائية في شرق إفريقيا، فلو كان لديه غطاء يشبه القرد من شعر الجسم، لما كان من الممكن أن يتعرق بكفاءة، والتعرق هو الوسيلة الأساسية التي تمنع ارتفاع درجات حرارة الجسد والدماغ[41].إن القدرة المطلقة على التحمل؛ والقدرة على الاستمرار بالحركة لساعات؛ هي إحدى الخصائص التي ميزت كل جنس مشى منتصباً كنوع بشري، وكصياد من نوع غير عادي.[42]

لكن علينا أن نكون معتدلين عند طرح أي نظرية علمية؛ فمع صحة كل ما تقدم نظرياً، فإن قدرة الجسد على التعرق هذه لها جانب سلبي أيضا؛ فهي تزيد من خطر الإصابة بالجفاف؛

[39]((Tattersall, I., *The word from Beginnings to 4000 BCE*., Op. Cit., 2008, p.105.
[40]() Jablonski, N, G., Op. Cit., 2010, p.33.
[41]() Klein, R, G., Op. Cit., 2005, p.88.
[42]((Tattersall, I., *The word from Beginnings to 4000 BCE*, Op. Cit., 2008, p.112.

بسبب طرح سوائل الجسم. وقد أثبت الأستاذ مارتن هورا Martin Hora من جامعة تشارلز Charles في براغ Prague وزملائه مؤخراً أن الهوموإركتوس كانوا قادرين على تتبع طرائدهم الصغيرة بصورة مستمرة لمدة خمس ساعات متصلةٍ تقريباً في الساڤانا رغم حرارة الجو، قبل أن يفقد 10% من كتلة جسمه. في الواقع إن هذا الكلام من الناحية البدنية خطير؛ لأن فقدان 10 % من كتلة الجسم بسبب الجفاف بشكل عام هو الحد الفاصل قبل حدوث انهيار بدني عام، وخطر جدي على سير العمليات الفيزيولوجية والمعرفية أو ربما الموت، فبعد هذه النقطة يصبح شُرب الماء صعباً، وتكون هناك حاجة إلى تقديم السوائل عن طريق الوريد لمعالجة الجفاف، وهو أمر لم يكن متوفراً عند الهوموإركتوس.[43]

ثالثاً: الوقفة المنتصبة والسير على قدمين عند أفراد الهوموإركتوس:

لقد دفع التبدل المناخي الثورة المورفولوجية إلى الأمام، فبينما ازدادت القارة الإفريقية جفافاً وتحولت الغابات إلى مروج، ما جعل مصادر الطعام موزعة بشكل متناثر هنا وهناك، وفي هذا السياق يمكن النظر إلى السير على قدمين؛ على أنها واحدة من الاستراتيجيات الأولى في الحصول على الغذاء عند الجنس البشري[44]، ومن المحتمل أن يكون المشي على قدمين قد ظهر بعده تكيفاً قابلاً للتطبيق استجابةً لتوسع موائل الأراضي العشبية مع تضاؤل الغابات، فالوقفة المنتصبة ساعدت أشباه البشر على يد حرة؛ هذه اليد كان بوسعها حمل الأسلحة والطعام والأطفال الرضع لمسافات أطول، وكذلك رمي الأسلحة نحو الفريسة المحتملة بدقة أكبر. وبمعنى أن الوقفة المنتصبة التي حررت اليد؛ سمحت باستخدام الأدوات؛ ما سهل الدفاع عن النفس ورعاية الأطفال والوصول إلى الأطعمة عالية الجودة، مثل اللحوم والموارد النباتية المخزنة تحت الأرض، كما ويُعتقد أن الوضع العمودي لجسد المرء قد حسّن المراقبة البصرية لدى أشباه البشر (القدرة على اكتشاف الحيوانات المفترسة أو الفرائس من بعيد)، والقدرة على التحمل خلال ساعات طويلة من الصيد والبحث عن الطعام .[45]

وبالنظر في العلاقة الجدلية والحساسة بين الوقفة المنتصبة واليد الحرة، بعدها علاقة ذات دلالات عميقة ونتائج مهمة، ومن السمات الفريدة في الجنس البشري، التي أتاحت لنا القيام

[43]() Rosinger, A, Y., *Breaking a Sweat*., Scientific American, July 2021, p.40.
[44]((Leonard, W. R., Op. Cit., 2002, p.110.
[45]((Beyin, A., Op. Cit., 2015, p.11.

بالكثير من النشاطات المفيدة والتعبير عن مقدرتنا العقلية، إذ تشير الأستاذة كاترين بولارد Katherine S. pollard (من جامعة كاليفورنيا في سان فرانسيسكو) أنه في سنة 2008م أظهر فريق من علماء ما قبل التاريخ في مختبر لورانس بيركلي الوطني Lawrence Berkeley National؛ أن الاختلافات المحددة في النسخة البشرية من ناحية الجينوم المرموز له بـ 2HAR عن النسخة الموجودة منه عند الرئيسيات من غير البشر، تسهم بتوجيه متوالية الدنا DNA هذه بتوجيه النشاط الجيني في الرسغ والإبهام أثناء النماء الجيني، في حين أن النسخة الجينية السَلفية في الرئيسيات الأخرى من غير البشر لا تستطيع ذلك، وهذا الاكتشاف مهم لأنه يشرح لنا التغيرات المورفولوجية في اليد البشرية الحرة، التي أتاحت لنا ولأشباه البشر الأوائل المهارة اللازمة لصناعة واستخدام الأدوات الحجرية التي تتطلب صناعتها جهود معقدة، ومثلما كانت اليد الحرة نتيجة برمجة جينومية أصيلة دعمت الوقفة المنتصبة، ربما أن الوقفة المنتصبة والسير على قدمين كذلك استجابة لبرمجيات جينومية أصيلة .[46]

سواء كانت الوقفة المنتصبة عند أفراد الهوموإركتوس تكيفاً مورفولوجياً نتاجاً عن تحدي معيشي واستجابة، أم أنها ناتجة عن برمجة جينومية أصيلة تميز بها أبناء جنسنا البشري، وكان لها تأثير عميق على البنية المورفولوجية، يبقى لها فائدة عظيمة في تميز جنسنا عن باقي الكائنات الأخرى فوق سطح كوكب الأرض، إذ تُعد الخاصية السرية المميزة للسلالة البشرية، فلا شيء إن لم يكن منتصباً على قدمين؛ يمكن نَعُده بشرياً[47]، ويؤكد الأستاذ بيتر فارب أن جنسنا (هومو) لم يكن وحده من سار على قدمين فقط في الحاضر والماضي؛ فالكنغر وبعض الطيور والسحالي والدببة والشمبانزي وكذلك بعض أنواع الديناصورات المنقرضة تسير على قدمين[48]، وحتى لو كان الشمبانزي، أو حتى البونوبو، يستطيع أحياناً التحرك على قدمين، فإن شكل عظم الفخذ – مثلاً– ليس له مورفولوجية بشرية: بل له مورفولوجية القرد العظيم؛ ولا يُظهر أي تعديل مرتبط بالمشي على قدمين بشكل دائم. في الواقع تختلف نسب تناسق عظام الجسم؛ إذ إن الطفل البشري

[46]() pollard, S, K., *What makes us Human? Comparisons of the genomes of humans and chimpanzees are revealing those rare stretches of DNA that are ours alone*., Scientific American., May 2009, p.47.

[47]((Tattersall, I., *The word from Beginnings to 4000 BCE*, Op. Cit., 2008, p.69.

[48]() Farb, P., *Humankind*., First Edition, Jonathan Cape, London 1978.

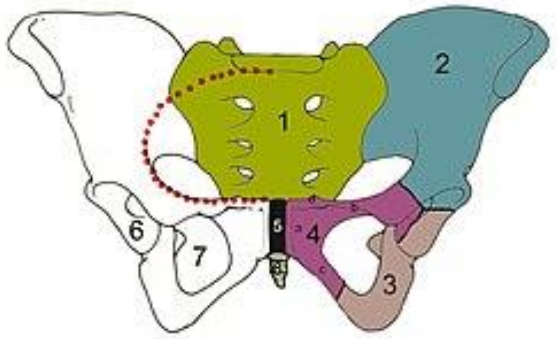
منذ سن مبكرة جداً لديه بالفعل أطراف سفلية أطول من الأطراف العلوية، وعلى العكس من ذلك فإن طفل الشمبانزي لديه أطراف أمامية أطول من الأطراف الخلفية. ومن الضروري التمييز بين المشي البشري الحالي والدائم على قدمين، وبين المشي غير البشري على قدمين (كما هو مع الشمبانزي)؛ بناءً على خصائص مختلفة، أو حتى المشي البشري البدائي على قدمين (كما هو مع لوسي)، والذي يمثل نفس القيود العظمية عند المشي على الأرض على الرجلين الخلفيتين[49]. وعلى الرغم من أن أشباه البشر الأوائل كانوا على الأرجح يسيرون على قدمين، إلا أنه كيف ومتى ظهرت المشية الشبيهة بمشيتنا تماماً؟ هو موضوع مطروح لنقاشات متنوعة، فقد ظهرت تفسيرات متعارضة بشأن مدى تشابه مشية هؤلاء بالبشر الذين يسيرون على قدمين بمشيتنا. وبالمقارنة يُفترض على نطاق واسع أن الهيكل العظمي للهوموإركتوس الشبيه بهياكلنا العظمية يعكس حقيقة السير على قدمين بمشية شبيه بمشيتنا[50]، وقد ظل المشي على قدمين بكفاءة عالية هو السمة الرئيسية التي ميزت أشباه البشر عن القردة الأخرى لفترة طويلة.[51]

إن السير على قدمين قضية حساسة ومعقدة وتطلبت بنية مورفولوجية دقيقة في الهيكل العظمي، تتمثل في الانحناء السهمي، والأسطح الجدارية المنخفضة في الجمجمة، وشكل الحرشف الصدغي، والتوسع العرضي لقاعدة الجمجمة، والعمود الفقري وتقوساته، وشكل القفص الصدري[52]، وسيقان طويلة تميل نحو الركبة من مفاصل الورك، وبهذه الطريقة ينتقل وزن الجسم مع كل خطوة واسعة مباشرةً إلى الأمام؛ عندما تتحرك الأقدام وتقترب الواحدة من الأخرى، دون الإرباك الذي تسببه الحركة الجانبية، وتعد الركبة جزءاً مهما من هذه الآلية؛ وهو السطح الذي يتوجه بزاوية قائمة إلى جذع عظم القصبة بدلاً من أن يميل جانباً كما في حالة القرود .[53]

كما إن الحوض يحتوي على تجويف ضخم من أجل رأس عظمة الفخذ هو (التجويف الحُقّي)، والعظمة التي تربط التجويف الحُقّي بالعرف الحرقفي أكثر سماكة، تتفق هاتان السمتان

[49]((Senut, B., "*Bipédie et climat*". Comptes Rendus Palevol 5; 2006, p.90.
[50]((Hatala, K. G., et. la., Op. Cit., 2016, p.1.
[51]((Beyin, A., Op. Cit., 2015, p.12.
[52]() Meyer, M., Functional biology of the homo erectus axial skeleton from Dmanisi, Georgia., Presented to the Faculties of the University of Pennsylvania in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy 2005, p.242.
[53]((Tattersall, I., *The word from Beginnings to 4000 BCE*, Op. Cit., 2008, p.76.

مع اعتياد الوقفة المنتصبة واتساع مدى الخطوة بالسير على قدمين عند أفراد الهوموإركتوس. هذا بالإضافة إلى مواقع التصاق الأربطة التي تربط عظم الإسكيّ Ischium بالعجز، وأوتار الركبة والعضلات المقربة، فالجدير بالذكر أن عظم الإسكيّ لدى القردة طويل، وأن الدرنة الإسكيّة؛ حيث تلتقي أوتار الركبة والرباط العجزي الدرني، تتجه للأسفل، بينما في البشر تكون الدرنة الإسكيّة أقصر، ولأن فخذ الإنسان طويل نسبياً، فإن هذا يعني أن موقع إدخال أوتار الركبة يكون أبعد عن نقطة الانطلاق. بالإضافة إلى ذلك فإن الدرنة الإسكيّة عندنا أكثر متانة من القردة، وتميل بزاوية بحيث يكون جزء منها متجهاً للأعلى؛ ولا يُحسّن موضع وشكل درنة الإسكيّة لدى البشر من قوة الرفع لأوتار الركبة فحسب، بل يعكس أيضاً زيادة التوتر الناتج عن الرباط العجزي الدرني. يقع المفصل العجزي السفلي الخفيف أمام المفصل العجزي الحرقفي لدى البشر، ولذلك يميل وزن الجسم إلى تدوير العجز للأمام، مما يؤدي إلى ضغط نتوء العجز ورفع قمته (الطرف السفلي) مع العُصعُص (نهاية العمود الفقري). يقاوم الرباط العجزي الدرني الذي يمتد من العجز والعُصعُص إلى الدرنة الإسكيّة، الدوران العجزي ويتعرض للتوتر حسب وزن الجسم أثناء الوقوف والمشي على قدمين .[54]



عظم الحوض: 1–عظم العجز. 2–الحرقفة. 3–عظم الإسكيّ. 4–عظم العانة. 5–الارتفاق العاني. 6–الحُق. 7–الثقبة السداسية. 8– العصعص.

[54]((Gruss, L, T., & Schmitt, D., Op. Cit., 2015, p.3.

لقد امتاز أفراد الهوموإركتوس بالوقفة المنتصبة وبالسير على قدمين اثنتين بحركة ميكانيكية دقيقة وعالية، كما تجدر الإشارة إلى أن الحفاظ على التوازن في وضعية انتصاب المرء؛ هو ناتج بشكل رئيسي عن التقوسات أو الانحناءات الثلاثة المميزة الموجودة في العمود الفقري، وهي أولا: تحدب المنطقة الصدرية من الخلف (حداب)، ثانيا تقعر المنطقة القطنية، ثالثا تقعر منطقة العجز من الخلف (قَعِس)، يعد تحدب فقرات الصدر أساسياً، في حين يعد تقعر المنطقة القطنية وتقعر العجز ثانوياً. ففي الإنسان العاقل نلاحظ أن القفص الصدر حتى يتوازن فوق قدمين اثنتين لابد من تقوسات العمود الفقري، وشكل الصدر (على هيئة أسطوانية) واتجاه الأضلاع، وشكل عظام الورك (المرتب بطريقة تعزز سرعة الحركة المتاحة ومادامها، لاسيما عندما تمتد الساق بشكل مستقيم)، وهذا كله نلاحظه في الهياكل العظمية عند أفراد الهوموإركتوس؛ إذ تكاد تنطبق عليهم هذه المورفولوجيا تماماً. كما إن للعمود الفقري دور كبير في انتصاب الرأس فوق الكتفين، فالتشريح الوظيفي للعمود العنقي (الفقرات العنقية وعددها سبع فقرات) بيَّنَ أن الحفاظ على وضع الرأس مستقيماً؛ مسؤولية أساسية للهيكل العضلي العنقي. والاختلافات الوضعية تكمن وراء الاختلافات الرئيسية في العمود العنقي بين البشر والقردة، حيث أن الوضعية المنتصبة للجسد عند البشر؛ أعادت وضع مركز ثقل الرأس فوق العمود الفقري مباشرة. وبالمقارنة يجب على القردة أن تمارس قوة عضلية أكبر بكثير لإبقاء الرأس في وضع مستقيم، وينعكس هذا التناقض في شكل العمود العنقي عبر ميزات مثل النتوء الشوكي القصير في الفقرات، وغالباً ما يكون مشطوراً عند النهاية.[55]

أما الخلاف الذي يمكن ملاحظته في العمود الفقري؛ هو أن جميع أفراد الإنسان العاقل يمتلكون خمس فقرات في المنطقة الدنيا من العمود الفقري (الفقرات القطنية)، بينما يمتلك أفراد الهوموإركتوس ست فقرات بدلاً من خمسة، وربما أن وجود هذه الفقرة لم يكن عن عبث، بل إن وجودها ساهم في تطور التقوسات الشوكية التي زادت في انتصاب الظهر، وبالتالي التحكم بالمشية على قدمين اثنتين. مما يعني أن مشية الهوموإركتوس لم تكن تختلف بتاتاً عن مشيتنا نحن أبناء الإنسان العاقل، وقد أكدت اكتشافات جورجيا في موقع دمانيسي Dmanisi؛ العينة (2672D)، أن الفقرة القطنية الثانية عند الإنسان العاقل والهوموإركتوس تختلف عما هو موجود عند القردة الموجودة على قيد الحياة، فالفقرة القطنية الثانية عند الهوموإركتوس تشبه إلى حد كبير الفقرة القطنية

[55]() Meyer, M., Op. Cit., 2005, p.242.

الثانية عندنا، حيث تشترك في خصائص تختلف عموماً عن القردة العليا، مثل قناة فقرية كبيرة نسبياً مقارنة بالقناة الفقرية الصدرية، وعنيقات طويلة، وشقوق فقرية واسعة، وناتئات مفصلية سفلية ممدودة، وتدويد أمامي منخفض[56]. ويؤكد الأستاذ بيتر فارب أن أي خلل بسيط ناتج عن المرض أو الشيخوخة، سيحرمنا من الوقفة المنتصبة، وسيحرمنا المشي على قدمينا، ورغم ذلك أدت الوقفة المنتصبة إلى إضعاف بعض مناحي الجسم التشريحية، فالعمود الفقري يتحمل وزن الجسم، وخاصة المنطقة السفلى من الجذع، أي منطقة الفقرات القطنية وفقرات العجز، حيث يلتقي العمود الفقري مع الحوض دون اتصال مباشر، ويؤدي الضغط المستمر على هذه المنطقة إلى ظهور آلام دائمة وربما تشوهات.[57]

[56]() Ibid, p.183.
[57]() Farb, P., Op. Cit., 1978.

تمثل الهياكل العظمية الثلاثة الاختلافات في مورفولوجيا الهياكل العظمية. الأول من اليسار وهو الهوموإركتوس. وفي الوسط النوع الأقدم والأصغر حجما وقد أصبح مشهورا بفضل اكتشاف انثى «لوسي». وإلى اليمين هيكل إنسان عاقل يمثل سلالاتنا المعاصرة.

وبما أن العمود الفقري عند فتى توركانا هو الأكثر كمالاً فإن دراسته مفيدة في هذا الباب؛ وإن نظرة عامة عليه تظهر أنه أصغر نسبياً من العمود الفقري عند الإنسان العاقل، وترافق ذلك مع قناة لبية أصغر للنخاع الشوكي، وبالتالي سيؤثر ذلك على عمل الأعصاب، نظراً لأن أجسام الخلايا في النخاع الشوكي (المادة الرمادية) تقع بالقرب من المنطقة الوظيفية التي تعصبها، وإن الثقبة الفقرية الصدرية ترتبط بالعضلات الضلعية والبطنية التي تساعد في التنفس، ما جعلها عند الهوموإركتوس تحد قدرته على تنظيم الهواء الذي يمر في الرئتين إلى الفم، أدت هذه الملاحظة إلى استنتاج مفاده أن فتى توركانا كان يفتقر إلى درجات حديثة من التحكم العصبي في حركات التنفس، وعلى هذا النحو كان يفتقر إلى التحكم الدقيق في العضلات المشاركة في إنتاج الكلام واللغة والقدرة على الخطاب. وبناءً على هذا الاستنتاج قيل إن فتى تركانا هو عاجزٌ عن الكلام، مثل الرئيسيات غير البشرية ذات الحبال الشوكية الصغيرة نسبياً، إذ لم يكن قادراً على التحكم في كمية الهواء التي تمر من الرئتين عبر المسار التنفسي إلى البلعوم وتجويف الفم. إن الافتراض القائل بأن الهوموإركتوس بعده تصنيفاً لم يطور بعد القدرة العصبية خلف القحف على النُطق المعقد؛ قد تم قبوله على نطاق واسع ونشره في الأدبيات العلمية والشعبية[58]، لكن من المرجح أن ضيق القناة الفقرية هذا عند فتى توركانا كان باثولوجيا، فالسمات غير المعتادة للعمود الفقري عنده تجعل بعض الباحثين يظنون أنه كان يعاني من مرض أو تشوه مثل انحناء العمود الفقري، لكن هذا غير مؤكد أيضاً[59]، ومهما يكن من أمر فإن تاترسال يؤكد لنا أن فتى توركانا بدل كثيراً من مفاهيمنا حول الوقفة المنتصبة، التي كنا نظن أنها استغرقت وقتاً طويلاً حتى اكتملت أطرها بالمعنى العلمي للكلمة، بينما هي أمر اكتسبه أشباه البشر في حدث قصير الأمد، ربما بسبب

[58]() Meyer, M., Op. Cit., 2005, p.332.
[59]((Stefoff, R., Op. Cit., 2010, p.88.

تعديل بسيط نسبياً في إحدى الجينات التنظيمية التي كان لها تأثير متعاقب على البنية المورفولوجية في كافة أنحاء الجسم.[60]

رابعاً: عظام الأطراف:

لقد امتلك أفراد الهوموإركتوس كامل ما نمتلك من قدرات على المشي والركض؛ فعظام الأطراف (الساقين والذراعين) من حيث الشكل والأبعاد النسبية هي نفسها تقريباً عند الإنسان العاقل؛ حتى أن عظم الفخذ عندهم يشبه عظم الفخذ عندنا من حيث الشكل، وإن كانت الأشعة السينية قد أظهرت أنه أعلى كثافة عظمية عندهم مما هو لدينا لدرجة الضعف؛ والتجويف النخاعي أصغر، وعظام الفخذ والساقين عندهم أكثر طولا مما هو عندنا؛ وهو تناسب طبيعي مع متوسط أطوالهم[61]. عموما يعد عظم الفخذ الأيسر الذي عثر عليه الطبيب الهولندي أوجين دوبوا Eugène Dubois في حوض نهر سولو Solo في مقاطعة ترينيل Trinil في وسط جزيرة جاوا، مثلا نموذجياً لعظم الفخذ عند الهوموإركتوس؛ من حيث الطول والكثافة العظمية[62]. وتجدر الإشارة إلى أن عظام الفخذ عند أفراد الهوموإركتوس تتشابه فيما بينها في الطول؛ كما هو الحال بالنسبة لطول فخذ ترينيل (جاوا) وتشوكوديان (الصين) وكوبي فورا (كينيا)[63]. كما يعد عظم الساق مهما (لاسيما الظنبوب – أكبر عظمي الساق) لأنه يحمل ثقل الجسد، وبالتالي لابد أن يحمل فروقات مورفولوجية صارخة بين من يسيرون على قدمين ومن يسيرون على أربعة، كما تسمح السيقان الطويلة بالتعاون مع الكاحل والركبة بالانتقال لمسافات بعيدة بكفاءة عالية، وربما أن ذلك نتج عن تشفير جيني ساعدهم للسير الدائم بحثاً عن طعامهم، فهذه السمة بالتأكيد ستسمح لهم بالجري وراء الحيوانات الصغيرة كالأرانب والقنافذ وغيرها، وربما المتوسطة أيضاً في سهول الساڤانا الاستوائية في شرق إفريقيا.

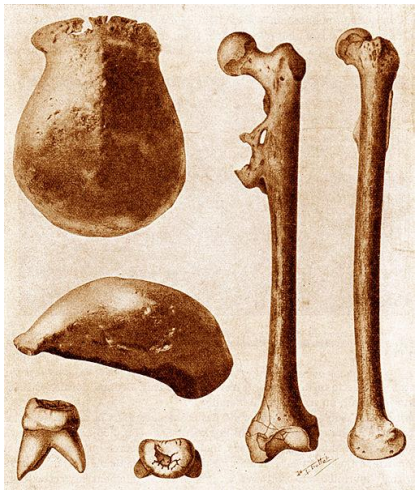
---

[60]((Tattersall, I., *The word from Beginnings to 4000 BCE*, Op. Cit., 2008, p.104

[61]() Rukang, W., & Lanpo, J., *China; in the period of Homo habilis and Homo erectus*., In book: *History of Humanity*, Vol I; Prehistory and the Beginnings of Civilization, Edited by: S. J. de Laet Co-edited by A. H. Dani, J. l. Lorenzo and R. B. Nunoo., United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization 1994, p.271.

[62]((Bartstra, Gert-Jan., *Indonesia; in the period of Homo habilis and Homo eractus*., Op. Cit., 1994, p.281.

[63]((Anton, S. C., et. La., Op. Cit., 2016, p.13.



مكتشفات يوجين دوبوا ويظهر عظم فخذ الهوموإركتوس

لقد لعبت المقارنات بين حجم عظام الأطراف السفلية والعلوية دوراً أساسياً في محاولات إعادة بناء أنماط الحركة، ورغم أن هذه التحليلات اقتصرت على مقارنات الأبعاد الخارجية لعظام الأطراف (الطول، ومحيط العظم، وعرضه)، إلا أنها تُقدم رؤية قيّمة حول سلوك الحركة، وعندما تم إدراج الأبعاد الداخلية للعظام اتضحت الصورة بشكل أعمق، لا سيما بعد دراسة تحليل نسب قوة العظام، قد تكون مقارنات قوة العظام مفيدة بشكل خاص في اختبار فرضيات الحركة، نظراً لوجود أدلة على أن التغيرات في الحركة تؤثر بشكل مباشر على القوة النسبية لعظام الأطراف، إن نسب قوة عظام الأطراف السفلية إلى العلوية تميز جنسنا (هومو) بوضوح عن الرئيسيات الأخرى الشبيهة بنا. تُعد بقايا عظام الأطراف المحفوظة جيداً، نادرة للغاية في السجل الأحفوري لأشباه البشر الأوائل. من بين الأحافير المنسوبة إلى الهوموإركتوس العينة الأكثر اكتمالًا فتى توركانا، وقد عُدت نسب طول الأطراف عنده مشابه لما هو عندنا، وبالتالي فإن السلوك الحركي لفتى توركانا مشابهة بشكل أساسي للسلوك الحركي عند البشر المعاصرين، كما إن معظم نسب عرض عظام الأطراف العلوية والسفلية لفتى توركانا تقع بالقرب من متوسط عينة الإنسان العاقل البالغ، إذ إن نسبة حجم عمود العضد البعيد لحجم منتصف عمود الفخذ؛ تقع في النطاق العلوي للتباين البشري الحديث. هناك عينة أخرى للهوموإركتوس تحتوي على أجزاء من الأطراف العلوية والسفلية محفوظة جيداً (وإن كانت مصابة بأمراض جزئية)، هي العينة التي حصلت على الرمز العلمي

KNM–ER 1808، لبالغ يعود أرخ بنحو 1.69 مليون سنة. بناءً على أجزاء الحوض المحفوظة، عدّها واصفوها الأصليون ليكي ووكر، أنثى، على الرغم من أن هذا الأمر محل خلاف. معظم أسطح عظامها الطويلة مغطاة بسمك متفاوت من عظم سمحاقي خشن، ناتج عن بعض الأمراض، ربما فرط فيتامين أ، ورغم ذلك يُمكن تمييز الرواسب المرضية والسطوح تحت السمحاقية الأصلية بوضوح في المقاطع المكسورة في عظام الحوض وقد أتاحت هذه الخاصية صنع قالب مُصحّح لعظم الفخذ الأيمن السليم إلى حد كبير، والذي استُخدم سابقاً لاستخلاص المقاطع العرضية لهذه العظمة. لقد تبين أن الرواسب السمحاقية على عظم العضد أرق بكثير (١–٢ملم) من تلك الموجودة على عظم الفخذ، كما أنها واضحة للعيان في المقاطع المكسورة، مما سمح بتصحيح محيطها السمحاقي، وبين أن نسب قوة العظام؛ وبالتالي السلوك الحركي عند أفراد الهوموإركتوس، لا يمكن تمييزه عما هو موجود لدى البشر المعاصرين.[64]

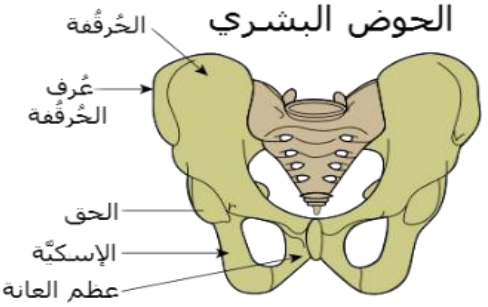
خامسا: عظم الحوض:

يُعدّ الحوض البشري بنيةً بارزةً تلعبُ دوراً محورياً في العديد من العمليات البيولوجية الحيوية، وأبرزها الوقفة المنتصبة والحركة على قدمين، وتنظيم درجة حرارة الجسم، والولادة؛ كلٌّ من هذه العمليات الثلاث ضروريٌّ للبقاء والنجاح الإنجابي، لدرجة أن الحوض يخضع لضغطٍ قويٍّ من الانتخاب الطبيعي. يؤثر تشريح الحوض على كل جنس بشري مشى منتصباً من خلال توفيره للطاقة أثناء المشي أو الجري هذا ناهيك عن متانته وقدرته على التحمل وشكله الذي يعزز أذرع العضلات. أما تأثيره على تنظيم درجة حرارة الجسم فيتجلى ذلك بعرض وعمق الحوض؛ الذي يلعب دوراً حاسماً في تحديد نسب الجسم الكلية ونسبة مساحة سطح الجسم إلى كتلته، مما يؤثر على فقدان الحرارة عبر سطح الجسم. والأهم من ذلك من وجهة نظر انتقائية، يجب أن يسمح شكل الحوض بولادة طفل سليم دون الإضرار بالأم. ولا تتحقق هذه الأهداف جميعها من خلال نفس مورفولوجيا الحوض، ومع ذلك يظهر جليا في مورفولوجيا حوضنا أنه استطاع تلبية جميع تلك المتطلبات الثلاث مجتمعة .[65]

[64]((Ruff, Ch., *Femoral/humeral strength in early African Homo erectus*., Journal of Human Evolution, March 2008, pp.383-390.

[65]((Gruss, L, T., & Schmitt, D., Op. Cit., 2015, p.1.

يُعرّف عظم الحوض بأنه عظم كبير ومسطح وغير مُنتظم ويتكون من ثلاثة عظام مندمجة مع بعضها وهي: (الحرقفي والورك والعانة)، وفي نقطة التقاء هذه العظام هناك انبعاج نصف كروي يسمى التجويف الحُقي؛ وهو محل التقاء الحوض برأس عظم الفخذ. وإن شكل الحوض أو الورك عند أفراد الهوموإركتوس هو شبيه بشكل الحوض عند الإنسان العاقل، إذ يأخذ شكل الصحن، وهذا الشكل من الحوض يدعم الوقفة المنتصبة والسير على قدمين، من خلال توزيع الوزن عليهما معاً[66]، إذ يؤثر النصف العلوي من الحوض؛ من خلال التغيرات في ارتفاع وموضع شفرات الحرقفة (أجنحة الحرقفة) على قوة العضلات التي تمسك أو تمد مفصل الورك، ونطاق الحركة في العمود الفقري القطني، وارتفاع مركز الكتلة، وكل ذلك يؤثر على القدرة على موازنة الجسم على الساقين أثناء المشي على قدمين. بالإضافة إلى ذلك، يؤثر موضع شفرات الحرقفة على عرض الجذع وبالتالي يؤثر على تنظيم الحرارة .[67]



إن الحوض والقفص الصدري عند أفراد الهوموإركتوس هو أضيق مما هو عند أفراد الإنسان العاقل، فقد أدى الحوض الضيق إلى زيادة كفاءة العضلات التي تشغل الساقين في حركة القدمين، وكان من شأنه أن يجبر الجزء السفلي من القفص الصدري على التضييق بشكل مماثل، وللحفاظ على حجم الصدر ووظيفة الرئة كان من الضروري أن يقوم بذلك الجزء العلوي من القفص الصدري؛ فيتسع ليأخذ شكل البرميل[68]. في الواقع إن الأهداف الميكانيكية للمشي على قدمين هي: المشي بخطوات طويلة، بكفاءة ميكانيكية عالية، مع عدم السقوط. وبالتالي تُعتبر القدرة على موازنة الجزء العلوي من الجسم على أطراف طويلة ممتدة ضغطاً مركزياً لتشريح الحوض لدى

[66]() Klein, R, G., Op. Cit., 2005, p.88.
[67]((Gruss, L, T., & Schmitt, D., Op. Cit., 2015, p.2.
[68]() Klein, R, G., Op. Cit., 2005, p.88.

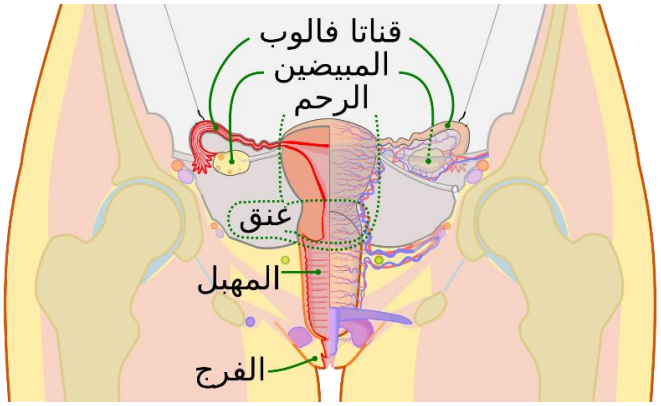
البشر. وتجدر الإشارة إلى أن الانحناء في أسفل الظهر (القعس القطني) يساعد على موازنة الجزء العلوي من الجسم فوق الحوض. في النصف العلوي من الحوض، يختلف حجم وشكل واتجاه شفرات الحرقفة بين القردة والبشر بطريقة تعكس التزامنا بالمشي على قدمين، شفرات الحرقفة لدينا أقصر من شفرات القِرَدة، مما يُخفِّض مركز ثقلنا ويجنِّب انحشار الفقرات القطنية بها، ويسمح لنا بالانحناء القطني كذلك. كما إن شفرات الحرقفة لدينا مُعاد توجيهها مقارنةً بالرئيسيات غير البشرية؛ شفرات الحرقفة في الرئيسيات غير البشرية طويلة، وذات صفائح مسطحة، ومُوجَّهة في المستوى الإكليلي، مما يسمح لعضلات الألوية، التي تنشأ من السطح الخارجي لشفرة الحرقفة وتستقر على عظم الفخذ القريب، بالامتداد للخلف فوق الورك وتمديد (سحب) الفخذ. أما في البشر فعلى النقيض من ذلك، إذ تنحني شفرات الحرقفة حول جانب الجسم (مواجهةً جانبياً) وتتسع للخارج، مما يُنتج الشكل التجويفيّ المميز لحوض الإنسان، ويسمح لعضلات الألوية –وخاصةً الألوية الصغرى– بتمدد العضلة المتوسطة لتعبر جانبيًا فوق الورك، مما يجعلها عضلات خاطفة بدلًا من عضلات باسطة، مما يسمح لها بلعب دور موازن الحوض في المشي ثنائي القدمين. أثناء المشي ثنائي القدمين، عندما يكون الجسم مدعومًا بساق واحدة، يميل الحوض إلى الميل نحو الجانب غير المحمول. وعندما تمشي القردة ثنائي القدمين، فإنها تعوّض ذلك بإمالة جذعها نحو الجانب المدعوم أو تمد أذرعها، لكن مثل هذه التحولات في الوزن من جانب إلى آخر مكلفة للطاقة، بينما عند البشر تكون عضلات الألوية هي الجانب الداعم القادرة على موازنة الجذع بكفاءة أكبر عن طريق سحب الجانب غير المدعوم من الحوض.[69]

لكن يمكن ملاحظة اختلاف مهم بيننا وبين أفراد الهوموإركتوس؛ فالحوض عندهم هو أصغر من الحوض عند أفراد الإنسان العاقل، الذين يمتلكون أحواض ذات قنوات ولادة أكبر تنتج عن زيادة في القطر السهمي والعرضي المطلق لمدخل ومخرج الحوض، ودوران العانة الأمامي والخلفي العلوي، والانخفاض النسبي في طول فرع العانة العلوي، وإعادة توجيه سهمي أكثر، وتوهج جانبي أقل للشفرات الحرقفية، وأعمدة حرقفية أكثر قوة في الوضع الخلفي، وقوة أكبر للعظام الحرقفية .[70]عموما تؤثر مورفولوجيا النصف السفلي من الحوض (العجز، وعظم الإسكيّ،

[69]((Gruss, L, T., & Schmitt, D., Op. Cit., 2015, pp.2, 3.

[70]((Churchill, S, E., & Vansickle, C., *Pelvic Morphology in Homo erectus and Early Homo*., The anatomical record 300, 2017, p.955.

والعانة) على الأقطار الأمامية الخلفية والعرضية لقناة الولادة birth Canal، ولما كان شكل النصف السفلي من الحوض (إلى جانب الأنسجة الرخوة، بما في ذلك عضلات قاع الحوض) يُحدد شكل قناة الولادة، ولما كان عظم العجز البشري يتميز بتكوين جدار عظمي خلفي/علوي لقناة الولادة، كانت النتيجة مدخل حوضي أوسع من الناحية الأنسية الوحشية منه من الناحية الأمامية المسندية (أي أن القطر المستعرض طويل نسبياً بالنسبة للوصلة التشريحية بين عظم العانة والعظم العجزي). وتعويضاً عن ذلك تتوسع قناة الولادة البشرية الحديثة عند مستوياتها السفلية لدى النساء، ويتحقق هذا التوسع من خلال الدوران الأمامي والانحناء السهمي للعجز، إلى جانب التوسع الكلي للحوض من الأمام إلى الخلف، والذي يُعزى في الغالب إلى إطالة فروع العانة، وتصاحب هذه التغييرات تقصير وتوسع عظم الإسكيّة، مما يؤدي إلى زاوية تحت العانة أوسع ومسافة أكبر بين الأشواك الإسكيّة. وعند النظر إليها كقناة ذات مدخل علوي ومخرج سفلي، يتضح تغير شكل قناة الولادة البشرية: فعلى الرغم من وجود تباين، إلا أن حوض الأنثى البشرية يكون عريضاً بشكل عام من الناحية الأنسية الوحشية عند مدخله، بينما يكون المستوى الأوسط والمخرج أوسع من الناحية الأمامية الخلفية .[71]



قناة الولادة

إن هذه الميزات الإيجابية انعكست إيجاباً على ولادات أفراد الإنسان العاقل، لكن غيابها بالمقابل عند أفراد الهوموإركتوس سينعكس على حجم رأس الجنين عندهم؛ إذ من المفترض أن

[71]((Gruss, L, T., & Schmitt, D., Op. Cit., 2015, pp.3, 4.

تكون جمجمة جنينهم أصغر حجماً حتى يتسنى له المرور من قناة الولادة، وبالتالي سينمو الدماغ بصورة أكبر عند هذا الجنين بعد الولادة، فدراسة الحوض عند الهوموإركتوس تبين أن شكله كان مزيجاً فريداً من السمات البدائية، أي كما هو موجود في معظم الأسترالوبيثك Australopithecus، مثل الشفرات الحرقفية المتوهجة جانبياً، والسمات المشتقة، وكما هو موضح في البشر الأحياء؛ مثل الإنحناء السيني الأكثر وضوحاً للشفرة الحرقفية، والثلم الحدبي الحقي الضيق، والميزات الفريدة مثل الدعامة الحرقفية الواضحة والتوجه الجانبي للحدبة الإسكيّة .[72]

قبل النظر في دور الحوض في الحركة والتوليد وتنظيم الحرارة؛ وكيف أثرت هذه الضغوط المختلفة على تشريح الحوض، يجب إدراك أن التغيرات في تشريح الحوض بمرور الوقت في سلالتنا البشرية تعكس تغيرات في الحركة والموئل والمناخ وحجم الدماغ وسلوك البقاء (أنماط السلوك المتعلقة بالحصول على الغذاء)[73]، وإن المتطلبات الميكانيكية المتغيرة على الحوض المتعلقة بحجم الجسم الأكبر، أو سلوك النطاق الأوسع، أو زيادة تكرار الجري، أو تغيير الفاعلية الحركية؛ والتغيرات المرتبطة بالحجم في شكل الجسم اللازمة للحفاظ على كفاءة التنظيم الحراري؛ أو مزيج من هذه العوامل؛ هي بسبب طبيعة الولادة في كل جنس بشري مشى منتصباً، إذ يُعتقد منذ فترة طويلة أن هناك علاقة بين حجم الدماغ الكبير وشكل عظم الحوض، على الرغم من أنه من غير الواضح حالياً متى بدأت هذه العلاقة الجدلية، أي متى بدأ نمو حجم الدماغ في كل جنس بشري مشى منتصباً في التأثير على شكل الحوض؛ أو بدلاً من ذلك لنقل عندما استلزمت القيود التوليدية التي يفرضها الحوض على حجم الدماغ في كل جنس بشري مشى منتصبا .[74]

لقد تم تقدير أبعاد قناة الولادة الأنثوية عند نساء الهوموإركتوس بناءً على الهيكل العظمي لفتى توركانا، ومن خلال إعادة بناء حوض الفتى من شظاياه، استنبط كريستوفر رَف وآلان ووكر كيف كان يمكن أن يبدو الصبي فيما لو وصل إلى مرحلة البلوغ؛ كان من الواضح أن فتى توركانا لم يكن قادراً على أن يَلِد أبداً، وباستعمال الفروق التي يمكن التنبؤ بها بين أحواض الذكور والإناث لدى أنواع من فصيلة الإنسان الأكثر حداثة، أمكنهم أيضا استنباط كيف كانت تبدو أنثى تلك الأنواع، واستطاعوا تخمين شكل قناة الولادة، التي ستظل صغيرة جداً، وقد تبين أن شكلها كان

[72](Churchill, S, E., & Vansickle, C., Op. Cit., 2017, p.955.
[73](Gruss, L, T., & Schmitt, D., Op. Cit., 2015, p.1.
[74](Churchill, S, E., & Vansickle, C., Op. Cit., 2017, p.955.

بيضوياً مسطحاً مماثلاً لأحواض الأسترالوبيثك، وستتسبب زيادة حجم جمجمة المولود في اضطراب الولادة، واستنادا إلى إعادة البناء هذه، حدد الباحثون أن نساء الهوموإركتوس الذين يُنسب لهم فتى توركانا ربما امتلكن آلية للولادة تشبه تلك الموجودة لدى الأسترالوبيثك[75]، وأن نساء الهوموإركتوس يفتقرن إلى التعديلات التوليدية الموجودة في الحوض عند نساء الإنسان العاقل، وبالتالي فإن قناة الولادة الصغيرة الخاصة بنساء الهوموإركتوس ستحد من حجم دماغ الوليد؛ بحد أقصى قدره 230 ملم. وهذا بدوره سيؤدي إلى ولادة دماغ الطفل فيها غير مكتمل من ناحية النمو، وبالتالي لابد أن الدماغ شهدت نمواً سريعاً بعد الولادة، وهو ما يعرف باسم "الكفاءة الثانوية"، الأمر الذي يتطلب درجة عالية من الرعاية الأبوية، شبيهة بما هو موجود عند الإنسان العاقل في استثمار رعاية الأم وسلوكيات تربية الأطفال .[76]

تشير "الكفاءة الثانوية" إلى حقيقة أن أطفال الإنسان العاقل حديثي الولادة لديهم أدمغة صغيرة لا تزيد في حجمها عن 25% فقط من حجم دماغ الشخص البالغ، لكنها تتطور بسرعة في السنة الأولى من حياتهم، بينما يصبح معدل نمو دماغ جميع حديثي الولادة من أبناء الرئيسيات الأخرى أبطأ بكثير عند الولادة. إن إسناد "الكفاءة الثانوية" على أساس حوض الذكر الحدث (فتى توركانا) هو أمر مثير للجدل. ولك أن تتخيل أن علماء ما قبل التاريخ بعيدون كل البعد عن الاتفاق فيما بينهم على هذه النقطة. ولكن إذا كان السكان الذين ينحدر منهم فتى توركانا غير متجانسين، وكان والداه غير مستعدين لتقديم درجة عالية من الرعاية، فسيكون لذلك آثار على نمو الدماغ والإدراك والتعلم. تشير السمات التشريحية الأخرى إلى أن نمط حياة فتى توركانا لم يكن حديثاً تماماً، ويشير تسلسل بزوغ أسنانه ونضج عظامه الطويلة؛ إلى أنه ربما لم يمر بطفرة دراماتيكية في النمو في مرحلة المراهقة، في بعض النواحي على الأقل سيكون فتى توركانا أكثر نضجاً في سن الحادية عشرة من صبيان الإنسان العاقل.[77]

---

[75]((Rosenberg, R, K., & Trevathan, W, R., *The Evolution of Human Birth*., Scientific American, December 2001, p.81.

[76]((Simpson, S. W., & Jay Quade, & Naomi E. Levin, & Robert Butler, & Guillaume Dupont-Nivet, & Melanie Everett, & Sileshi Semaw., *A Female Homo erectus Pelvis from Gona,* Ethiopia., Science Vol 322, 14 November 2008, p.1089.

[77]((Coolidge, F. L., & Thomas Wynn., Op. Cit., 2009, p.109.

وفي السنوات الأخيرة دأب العلماء ما قبل التاريخ على اختبار فرضية مهمة تلت ما أكده رَف و ووكر؛ «أن السمات التشريحية لحوض الإنسان البدائي ربما حدَّت من نمو دماغ الإنسان إلى حين بلوغ المرحلة التي اتسعت عندها قناة الولادة إلى درجة تسمح بمرور رأس أكبر للجنين»، ويلمح هذا التأكيد إلى أن الأدمغة الأكبر والأحواض الأوسع ارتبطت ببعضها من وجهة نظر تطورية، فالأفراد الذين تميزوا بهاتين الصفتين كانوا أكثر نجاحاً في ولادة ذريّات عاشت لتنقل هذه السمات، ولعل هذه التغيرات في الصفات التشريحية للحوض، مشفوعة بتقديم العون عند الولادة (القبالة)، ما سمح بتحقيق الزيادة الكبيرة في حجم دماغ التي حدثت قبل نحو مليوني سنة.[78]

إن تشريح الهيكل العظمي، سواء لحوض الأم أم رأس الجنين وكتفيه، ليس العامل الوحيد المؤثر على نمط ودرجة صعوبة الولادة لدى البشر. فالأنسجة الرخوة لتجويف الحوض والمهبل تُضغط أو تتمدد أثناء الولادة، مما يُسهل مرور الجنين، وتُعد تأثيرات هرمون الريلاكسين hormone Relaxin عاملاً مهماً آخراً يعزز الولادة الناجحة، إذ يزداد إنتاج الريلاكسين بواسطة المبايض والرحم مع اقتراب نهاية الحمل، مما يزيد من مرونة أربطة الحوض، ويسمح هذا ببعض الحركة في حوض الأم؛ استجابةً لضغط رأس الجنين وكتفيه: ويمكن لعظام الحوض أن تتباعد قليلاً عند مفصل العانة والمفاصل العجزية الحرقفية، ويمكن أن يدور عظم العجز للأمام لتسهيل خروج رأس الجنين من خلال مخرج الحوض. بالإضافة إلى ذلك، تتميز عظام جمجمة الجنين بالمرونة، وتتشكل أثناء مرورها عبر قناة الولادة. ومن الملاحظ أن شكل جمجمة الجنين بيضوي أساساً؛ أطوله من الجبهة إلى مؤخر الرأس، وأضيقه بين الأذنين، وكذلك شكل قناة الولادة بيضوي؛ ولما كانت بقايا حديثي الولادة نادرة للغاية في السجل الأحفوري نظراً لهشاشتها الشديدة، لذلك يوفر شكل حوض الأم أفضل المعلومات حول عملية الولادة لدى أشباه البشر المنقرضين، وتركز هذه المراجعة على الاستدلالات المستخلصة من تشريح الحوض الأحفوري.[79]

لقد أثار الحوض الضيق لفتى تركانا إشكالية معمقة بين الباحثين في مورفولوجية وبنية الهيكل العظمي لأفراد الهوموإركتوس عن كيفية مرور الأطفال من قناة الحوض، وكان الدكتور

[78](Rosenberg, R, K., & Trevathan, W, R., Op. Cit., 2001, p.81.
[79](Gruss, L, T., & Schmitt, D., Op. Cit., 2015, p.4.

برنارد وود Bernard Wood قد تقدم بشروح مفادها أن شكل الحوض الحقيقي وحجمه، إضافةً إلى ما يمكن استنباطه من أحجام أدمغة البالغين عن حجم دماغ رضيع الهوموإركتوس؛ تشير جميعها إلى أن الرأس كان صغيراً بما يكفي لمروره من قناة الولادة، بالإضافة إلى وجود مدخل حوضي عريض وسطي وحشي (مستدل عليه من عينات غير مكتملة)، ما أدى إلى استنتاج أن الولادة كانت غير دورانية؛ وبالتالي لا توجد حاجة إلى دوران الجنين لمروره عبر قناة الولادة كما هو الحال عندنا؛ حيث يجبر الجنين على سلسلة من الدورانات أثناء مروره من قناة الولادة، حتى يتسنى له تمرير رأسه وكتفيه كونهما الأكبر حجماً والأكثر اتساعاً، بما يتوافق مع القطر الأكبر من قناة الولادة، ومن ثم كان من شأن هذا لدى أفراد الهوموإركتوس التخلص بفاعلية من أحد الأسباب الشائعة لإعاقة الولادة لدى الإنسان العاقل .[80]

تشير قناة الولادة البدائية المسطحة إلى أن نساء الهوموإركتوس احتفظوا بآلية الولادة البدائية غير الدورانية، إن عدم وجود آلية الولادة الدورانية يجعل الهوموإركتوس أقرب الأستراليوبيثك منهم للإنسان العاقل، إذ يشير وجود قناة ولادة مسطحة من المدخل إلى المخرج لدى الأستراليوبيثك أنه كان لديهم نوع من الولادة البدائية غير الدورانية، حيث كان رأس الجنين يدخل المدخل مواجهًا للجانب، ويبقى في هذا الوضع حتى يخرج من المهبل. لكن من المهم التنويه إلى أن الأستاذان تريفاثان Trevathan وروزنبرغ Rosenberg أشارا إلى أن الولادة لا يمكن أن تكون غير دورانية تماماً، لأنه كما هو الحال في البشر المعاصرين، كان لا بد أن يدور الرضيع بعد بروز الرأس للسماح بمرور كتفيه العريضتين والصلبتين، فمرور كتفي الرضيع ربما أثر على حجم وشكل الحوض بقدر ما أثر حجم الرأس.[81]

لابد من العودة للدماغ قليلاً، فالحوض لا يختصر كامل المشكلة، في الواقع إن شكل جمجمة حديثي الولادة من أبناء الهوموإركتوس لا يختلف كثيراً عن شكل جمجمة حديثي الولادة من أبناء الإنسان العاقل، على سبيل المثال تكون المنطقة الأمامية مستديرة من الأمام والمنطقة الجدارية أكثر تطوراً بصورة نسبية في شكلها المورفولوجي عند أطفال الهوموإركتوس منها عند البالغين منهم، وهذا بحد ذاته إشكال، في الواقع أن قحف الجمجمة وقاعدتها لهما نمو سريع، حيث يكتمل معظم هذا النمو بعمر 6 سنوات، بينما يستمر نمو الوجه طوال مراحل نمو الطفل كجزء

[80]((Churchill, S, E., & Vansickle, C., 2017, p.957.
[81]((Gruss, L, T., & Schmitt, D., Op. Cit., 2015, p.6.

من مسار نمو الهيكل العظمي، ولا يكتمل إلا بنحو عمر 16–18 سنة تقريباً. بالإضافة إلى ذلك، من الناحية الجينية يُعتقد أن النمو المقترن لقحف الجمجمة وقاعدتها يؤدي إلى تقييد نمو قاعدة الجمجمة باتجاه الجانبين، في حين أن نمو القحف للجمجمة لا يكون مقيداً بأبعاد القاعدة. وهكذا يفسر علماء الأنثروبولوجيا أنه نظراً للدماغ الكبير الآخذ في النمو وقاعدة الجمجمة الضيقة، فمن المرجح أن ينمو القحف نحو الخلف وإلى الأعلى لاستيعاب الدماغ، وربما أن الأمر أبسط من ذلك؛ إذ أنه مرتبط بتكوين الجينات وتطور السلالات في أشباه البشر.[82]

وبالنظر إلى أن البشر المعاصرين من الناحية التشريحية، وإلى أفراد النياندرتال، فإنهم يتشاركون في معدلات نمو دماغية مماثلة، يقترح بونس دي ليون Ponce de León وزملاؤه أن هذا النمط من نمو الدماغ كان مشتركاً مع الهوموإركتوس[83]. وتتوافق وجهة النظر هذه مع تحليلات أساتذة الأنثروبولوجيا لأنماط نمو دماغ الهوموإركتوس المعتمد بشكل أساسي على عينة طفل موجوكيرتو Mojokerto؛ وهو هيكل عظمي متحجر لأحد أطفال الهوموإركتوس في إندونيسيا يُعتقد أنه يبلغ من العمر 1,5 سنة ونصف تقريباً، والتي يقترح أنها تشبه إلى حد كبير تلك الموجودة عند أطفال الإنسان العاقل مقارنة عما هو موجود عند البالغين من الهوموإركتوس.[84]

يقدر الأستاذ ستيفن لي Steven Leigh أن حجم دماغ الأطفال حديثي الولادة عند الهوموإركتوس يبلغ نحو 300 غرام، وأن نمو الدماغ السريع المبكر يتبع الولادة. وقد تم التحقق من دقة تقديرات ستيفن من خلال الاكتشاف الأخير لحوض أنثى بالغة من الهوموإركتوس من شرق أفريقيا أرخت ما بين 0.9 – 1.4 مليون سنة .[85]حتى وقت قريب كان الحوض الوحيد المعروف من الهوموإركتوس هو حوض فتى توركانا؛ وكان من الواضح أن حوض فتى توركانا لن يحل المشكلة، إذ لم يتم حفظ شظايا الحوض بشكل جيد، كما أن إعادة بناءه الحالية محل جدل

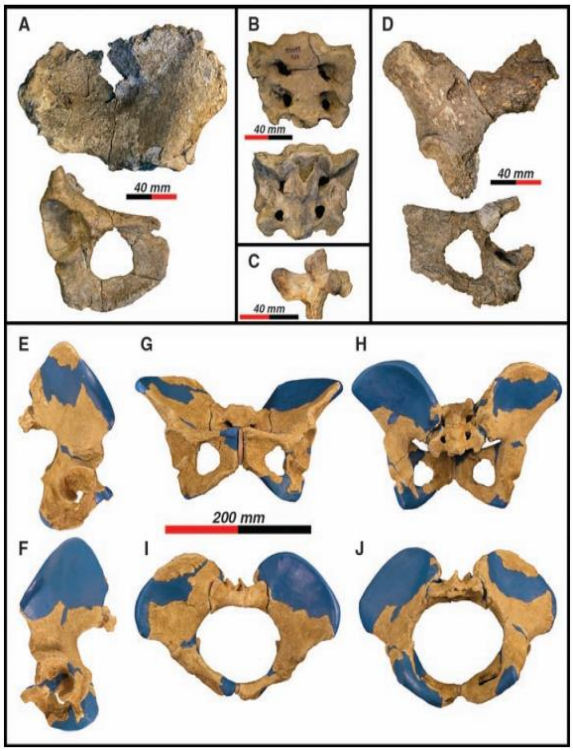
[82]((Clark, G., & Henneberg, M., *Cognitive and behavioral modernity in Homo erectus: skull globularity and hominin brain evolution*., Anthropological Review; Vol. 84 (4)., 2021, p.470.

[83]() Allen, J, S., *The Lives of the Brain*; *Human Evolution and the Organ of Mind*., London., 2009, p.76.

[84]((Clark, G., & Henneberg, M., Op. Cit., 2021, p.469.

[85]() Allen, J, S., Op. Cit., 2009, p.76.

كبير. علاوة على ذلك من المفترض أن تكون هذه العينة ذكراً شبه بالغ، وبالتالي فهي ليست مفيدة بشكل خاص حول قناة الولادة وأكبر حجم ممكن لدماغ الأطفال حديثي الولادة .[86]



الحوض أنثى الهوموإركتوس وإعادة بنائه.

لن تحل هذه المشكلة إلا باكتشاف حوض انثى هوموإركتوس بالغة حقيقية، وهو ما حدث بالفعل؛ فقد أبلغ سكوت سيمبسون Scott Simpson وزملائه من علماء ما قبل التاريخ في سنة 2008م عن حوض من العصر الجليدي المبكر محفوظ بشكل جيد إلى حد ما، كشف النقاب عنه في غونا Gona (إثيوبيا)، وقد حصل على الرمز العلمي «27P» في الطبقة الأثرية «49BSN»، وقد نسب إلى عينة أنثى من الهوموإركتوس، في رواسب العصر البليستوسيني المبكر في منخفض عفار، برفقة مجموعة من القطع الأثرية الآشولية المبكرة، شمل الحوض كلا من العجز وعظم العانة، ويظهر جلياً بأنه لأنثى بالغة امتلكت وركاً عريضاً وقامة قصيرة؛ إذ لا يزيد طولها عن

[86](Neubauer, S., & Jean-Jacques Hublin., Op. Cit., 2012, p.577.

150سم، إن حجم الجسم الصغير جداً يُشير إليه العظم الحُقّي الصغير. لقد تعرض الحوض للكسر في الموقع فقام علماء الآثار بجمع شظاياه المبعثرة، وتمت عملية إعادة بناء الحوض بالكامل من قوالب الجبس عالية الدقة، الأبعاد الرئيسية للحوض ذات الصلة الوظيفية، والأسطح المفصلية تطلبت القليل من إعادة البناء أو أنها لم تتطلب؛ أي أن عملية إعادة بناء يمكن اعتبارها موثوقة للتفسير التشريحي وللقياس، وتشير إلى أن الحوض عند نساء الهوموإركتوس لا يختلف كثيراً عن الحوض عند نساء الإنسان العاقل[87]؛ فعلى الرغم من قصر قامة هذه الأنثى، كان لديها حوض كبير نسبيًا –على حد تعبير الأستاذ سكوت سيمبسون Scott Simpson وزملائه– فهو واسع في حالة الولادة[88]؛ إذ إن له مدخل بيضاوي مستعرض ومستوى وسطي، ومن المحتمل أيضاً أن يكون له مخرج بيضاوي مستعرض[89]، عموما إن الولادة غير الدورانية لطفل ذو دماغ وأكتاف أكبر نسبياً من شأنها أن تفسر الحاجة المستمرة للحوض الحقيقي العريض.[90]

هناك شِبه تناسب بين حجم رأس الوليد وأبعاد قناة الولادة، وعندما تم استخدام هذه العلاقات التشريحية لدى الإنسان العاقل لتقدير حجم رأس الوليد عند أفراد الهوموإركتوس؛ تم تقدير أن حوض أنثى غونا كان قادراً على ولادة أطفال بحجم دماغ أقصى يصل إلى 315 ملم؛ وهو الحجم الأقصى لدماغ أطفال الهوموإركتوس عند الولادة، ويتماشى تماماً مع تقديرات ستيفن لي، إن هذا الحجم أكبر بنسبة 30% مما كان هو متوقعاً مسبقاً من حوض فتى تُركانا. وإذا اختل ذلك التناسب فغالباً ما يتعرض كل من الوليد وأمه لخطر كبير ولولادة مؤلمة[91]، وهكذا يبدو أن نمط نمو الدماغ وتطوره الشبيه بالإنسان العاقل والنياندرتال قد ظهر في وقت مبكر .[92]

سادسا: الجمجمة:

منذ السبعينيات ظهرت الفروق المورفولوجية بين عينات جماجم الهوموإركتوس جلية، وكانت اكتشاف فريق ريتشارد ليكي لجمجمتين في توركانا؛ هما جمجمة 3733KNM–ER وجمجمة 3883KNM–ER الكاملتين بشكل ملحوظ، قد حولا المركز الجغرافي للنقاش إلى شرق

[87](Simpson, S. W., et la., Op. Cit., 2008, pp.1089, 1090.
[88]() Allen, J, S., Op. Cit., 2009, p.76.
[89](Neubauer, S., & Jean-Jacques Hublin., Op. Cit., 2012, p.577.
[90](Gruss, L, T., & Schmitt, D., Op. Cit., 2015, p.7.
[91](Simpson, S. W., et la., Op. Cit., 2008, pp.1089, 1090.
[92]() Allen, J, S., Op. Cit., 2009, p.76.

أفريقيا بدل من شرق آسيا، وإلى مشكلة مدى التنوع النوعي الذي يمكن أن يستوعبه الهوموإركتوس، ناقش الأستاذان ليكي ووكر أنه على الرغم من الاختلافات الكبيرة في كل من العصر الجيولوجي والفضاء الجغرافي بين الحفريات الأفريقية والآسيوية، إلا أن جمجمة الهوموإركتوس التي حملت الرمز العلمي 3733KNM–ER تشبه بشكل لافت للنظر جماجم الهوموإركتوس من بكين، وقد أرخت بـ 1,78 مليون سنة وقدرت سعتها بـ 850سم^3. واليوم يعتمد علماء ما قبل التاريخ لدراسة جماجم الهوموإركتوس على خمسة نماذج من جماجمهم المكتشفة، وهي جمجمة (دمانيسي، ونغاندونغ، وتشوكوديان، سانجيران، وكوبي فورا)، وتجدر الإشارة أن معلوماتنا قد تختلف استناداً إلى المتغيرات والنماذج التي تم النظر فيها، وغالباً ما تكون الفروق في شكل القحف، أو في سعة الجمجمة؛ حيث كانت جماجم دمانيسي أصغر بكثير من جماجم كل من نغاندونغ وتشوكوديان، أو في اتساع الأذنين فمثلاً كانت جمجمة نغاندونغ أكبر بكثير من تشوكوديان من حيث اتساع الأذنين[93]. ولعل أبرز الشواهد على الفروق المورفولوجية في جماجم الهوموإركتوس تظهر في دمانيسي وكوبي فورا؛ فخلال تنقيبات فريد سبور Fred Spoor وزملاءه على أطراف بحيرة توركانا تم الكشف في إحدى الحفريات على جمجمة جزئية تفتقر إلى معظم الوجه، حصلت على الرمز العلمي: 42700KNM–ER، أرخت بنحو 1,55 مليون سنة، بلغ الحجم القحفي فيها (الحجم الذي يشغله الدماغ داخل القحف) 691سم^3 فقط، لكن شكلها النموذجي في الغالب متوافق مع جماجم أفراد الهوموإركتوس، إن تشابه الجمجمة في الحجم والشكل مع جمجمة دمانيسي صاحبة الرمز العلمي: (2700D) والجماجم الأفريقية الأخرى المنسوبة إلى الهوموإركتوس تشير إلى أن هذه الجمجمة تنتمي إلى هذا النوع نفسه.[94]

إن دراسة مورفولوجيا الجمجمة هو أهم ما يمكن أن يقوم به أساتذة الاختصاص؛ لأن الجمجمة يمكن أن تعطينا معلومات دقيقة عن البنية الأساسية لدماغ، وكتلته الإجمالية، ويمكن تحديد عمر المتوفى من دروز الجمجمة وإقفالها، ومن خلال الأضراس ونموها وتآكلها، ويرى كثير من الباحثين أن تطور شكل الجمجمة إلى شكل أكثر رشاقة وكروية من شكل جماجم الهوموإركتوس

[93]((Anton, S. C., et. La., Op. Cit., 2016, p.13.

[94]((Lieberman, D. E., *Homing in on early Homo; newly described fossils from Georgia in Eurasia and from Kenya shed more light on the earliest members of the genus Homo. These finds indicate that there was considerable variability in their size and shape.,* Nature, Vol 449; 20 September 2007, p.292.

الذين هم أكثر قوة منا، كان مدفوعاً بالتغيرات في البنية العصبية المرتبطة في ظهور الحداثة السلوكية. إذ لوحظ أن شكل الجمجمة الكروي الذي ظهر متأخراً كثيراً عن الزيادات في حجم الدماغ، مع زيادة الكروية التي أصبحت واضحة خلال العصر الحجري القديم–الأوسط إلى الأعلى في أوروبا منذ نحو 50 إلى 40 ألف سنة، من المعتقد أن هذا حدث عندما أصبح الدليل على الحداثة السلوكية مرئياً في السجل الأثري. تعتمد هذه الأطروحة على العلاقة المفترضة بين كروية الجمجمة وتوسع مناطق معينة في الدماغ؛ إذ يُعتقد أن توسع العظم الجداري في الجمجمة، الذي يساهم في شكلها الكروي، يرتبط بتطور الشبكة العصبية ذات الوضع الافتراضي البشري الفريد. لقد كان الهوموإركتوس يفتقر إلى العظم الجداري الكروي المميزة للإنسان العاقل، إذ أن العظم الجداري يستدق بشكل وسطي ويلتقي في نهاية المطاف عند الدرز السهمي. علاوة على ذلك في الإنسان العاقل يكون الحد الأقصى لعرض الجمجمة معادلاً في كثير من الأحيان للعرض ثنائي العظم الجداري، في حين أن أكبر عرض للجمجمة عند الهوموإركتوس يكون قريباً من العرض الثنائي الأذني.[95]

من خلال تجميع أجزاء جمجمة من عدد من الأفراد الذين تم العثور على هياكلهم العظمية في تشوكوديان، أنشأ علماء التشريح جمجمة مركبة لأنثى بالغة من الهوموإركتوس قدر عمرها بنحو نصف مليون سنة مع حافة جبين واضحة.

[95]((Clark, G., & Henneberg, M., Op. Cit., 2021, pp.468-469.

تعرف الجمجمة علمياً بأنها الصندوق العظمي الذي يحفظ المخ وأوعيته وأعصابه وأغشيته، وذلك بالتحامها مع بعضها البعض عند سن البلوغ تقريباً، وتتألف أي جمجمة من ثمانية عظام كبيرة اثنتين مزدوجتين وهي العظم الجداري والعظم الصدغي لكل جهة، وأربعة عظام منفردة وهي العظم الجبهي والمصفوي (الغربالي) والإسفيني بالإضافة إلى عظم الوجه. عموماً يختلف شكل الرأس عند أفراد الهوموإركتوس عما هو عليه عند ذرية الإنسان العاقل بشكل لافت للانتباه، كما تميزت جماجمهم بالصلابة والسماكة والقوة؛ إذ يمكن أن يتجاوز سماكة جدار الجمجمة الـ 10ملم؛ فالجمجمة التي عثر عليها في سوريا في موقع الندوية بلغت سماكة العظم الجبهي فيها نحو 9ملم، في حين بلغت سماكة العظم الجداري نحو 12ملم؛ تحديداً في المنطقة السفلى من حدبة العظم الجداري، وهذا ما يفسر لنا أن أغلب العينات العظمية لأفراد الهوموإركتوس ممثلة بالجماجم. إن وظيفة هذه الكتلة الصلبة من الجمجمة عند أفراد الهوموإركتوس، والتي لا مثيل لها عند غيرهم من أشباه البشر في ما قبل التاريخ غير معروفة لنا.[96]

لقد اقترح نويل بواز Noel Boaz ورسل سيوشون Russell Ciochon من علماء الحفريات القديمة أن الجماجم المدرعة هي شكل من أشكال التكيف مع حياة شاقة وعنيفة، حتى أنهم يعتقدون أن الخدوش والشقوق الظاهرة في جماجم الهوموإركتوس من لونغوشان Longgushan الصينية، (وفي قوالب الجبس التي رسمها فايدنرايش للحفريات المفقودة) هي علامات على ما يصفه متخصصو الجريمة المعاصرون بضربة حادة على الجمجمة، أو "ضرب على الرأس"، لكن هل حقاً وصل الأمر بأفراد الهوموإركتوس للاقتتال فيما بينهم؟ في الواقع كان من الممكن أن يضرب بعض أفراد الهوموإركتوس بعضهم بعضاً على رؤوسهم بهراوات خشبية، أو أدوات حجرية، أو كليهما، ووفقاً لهذه النظرية –وهي منطقية من وجهة نظر واحدة– ربما تقاتل الذكور على الإناث، أو ربما قامت مجموعات عائلية أو مجموعات صغيرة بمهاجمة مجموعات أخرى بشكل روتيني، فالأدلة البيئية تشير إلى أن شمال الصين كان مكاناً صعباً للعيش، وقد شهد خلال الفترة الزمنية التي قطنها فيه أفراد الهوموإركتوس (منذ حوالي مليون سنة خلت حتى فترة متأخرة تقدر بنحو 250 ألف سنة أو حتى بعد ذلك)، ثلاث فترات جليدية، وخلال هذه الفترات التي انخفضت فيها درجات الحرارة تضاءلت الموارد الغذائية، وربما اضطرت مجموعات من أفراد الهوموإركتوس إلى الهجرة إلى مناطق جديدة، إن ضغوط الهجرة والمصاعب والمنافسة ولدت

[96]() Coppens, Y., & Denis Geraads., Op. Cit., 1994, p.160.

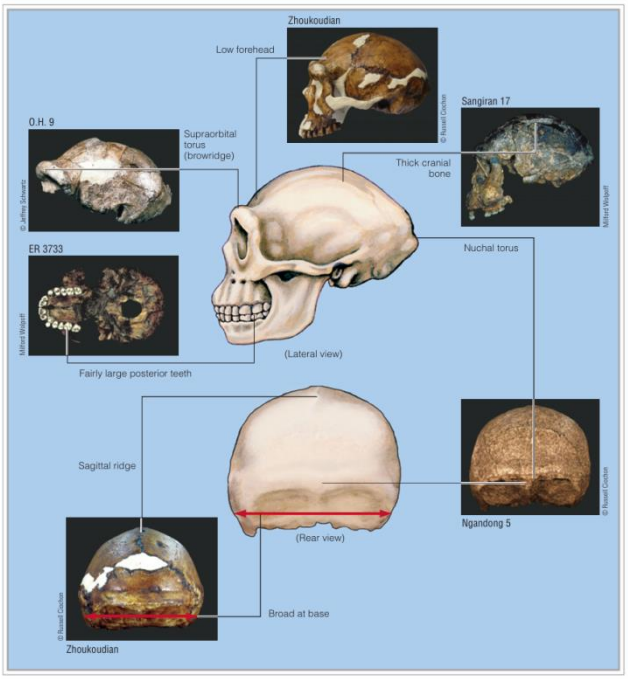
بدورها صِدامات وأعمال عنف مزمنة لابد منها وفق قواعد الطبيعة في «الصراع من أجل البقاء»، وبالتالي كان الأفراد ذوي الجماجم الأكثر سماكة أوفر حظاً بالنجاة من الهجمات التي تنطوي على أعمال عنف يتخللها ضرب للرأس. وعلى مر الأجيال انتشرت جينات أصحاب الجماجم السميكة بين أفراد الهوموإركتوس. ويناقش بوعز وسيوتشون بأن «العنف كان سائداً جداً بين أفراد الهوموإركتوس لفترة طويلة من الزمن، وإن القتل الطائش والمنهجي وغير الرحيم كان أمراً مشروعاً لأي فرد من خارج المجموعة الصغيرة الخاصة بصاحبها».[97]

يقترح هذا النموذج أن زيادة تأنيث وتشكل الجمجمة، إلى جانب التغييرات المرتبطة بها في التنظيم الكيميائي العصبي، ربما تكون ناجمة عن اختيار التسامح الاجتماعي والمؤيد للمجتمع في الانتقال من أعضاء أقوياء بعظام سميكة إلى أعضاء رشيقين من جنس الإنسان .[98]طبعا كما هو الحال مع العديد من نظريات تطور الإنسان وأنواع أشباه البشر، ستكون هناك حاجة إلى مزيد من الأدلة، والمزيد من الدراسات لتحديد فيما إذا كان هذا التفسير المظلم لكيفية حصول أفراد الهوموإركتوس الآسيوي على جمجمته سميكة أمراً صحيحاً.[99]

يقدر حجم الجمجمة عند أفراد الهوموإركتوس ما بين 750 – 1250سم^3؛ إي بمعدل متوسط قدره 930سم^3، وهذه النسبة ترقى إلى 70% من حجم دماغ الإنسان العاقل، امتاز شكل الجمجمة بعظم جبهة بارزة، مسطحة ومتراجعة نحو الخلف، وتنحدر لتندمج بزاوية مع الحاجب العظمي فوق عينيه؛ إذ تبرز الجبهة فوق الحاجبين وتتصل في منطقة المقطب لتشكل طارة قوية فوق الحاجبين، أما القلنسوة فهي طويلة ومستوية، أي أن صندوق الدماغ أكثر تمدداً من الأمام إلى الخلف، أكثر مما هو مستدير، كما هو الحال عند أفراد الإنسان العاقل، أما الحد الأقصى لاتساع الجمجمة يقع في منطقة الأذن، ويتناقص العرض بشكل مطرد باتجاه أعلى القلنسوة. الشكل العام لقلنسوة الجمجمة –عند النظر إليها من الجانب– طويلة ومنخفضة، مع جبهة متراجعة وزاوية ملحوظة بين المستويين القفوي والقذالي، وفي أعلى القلنسوة يوجد نتوء أو حافة غير حادة (حافة نائتة) من العظم تمر في منتصف القلنسوة من الجزء الأمامي وحتى الجزء الخلفي من

[97](Stefoff, R., Op. Cit., 2010, p.84.
[98](Clark, G., & Henneberg, M., Op. Cit., 2021, p.468.
[99](Stefoff, R., Op. Cit., 2010, p.84.

القحف، ويسمى هذا النتوء بالنتوء السهمي، وعموماً تزداد سماكة عظم القلنسوة جانبياً وقاعدياً[100]. ونتيجة لاستطالة الجمجمة يظهر العظم القذالي (عجز الجمجمة) على شكل نتوء بارز نحو الخلف، ويمتاز القحف بأنه مرتفع مع زاوية حادة، مع وجود أكبر اتساع للقحف في الجزء السفلي من الجمجمة، على عكس الإنسان العاقل ذو القحف المستدير.



دراسة متكاملة لمورفولوجيا الجمجمة بالاعتماد على عينات مختلفة من جماجم الهوموإركتوس

ولا شك أن هذا الشكل المورفولوجي للجمجمة قد انعكس على شكل الدماغ عندهم؛ فالفص الجبهي والفص الصدغي هما أصغر حجما مما هو عند الإنسان العاقل، ورغم ذلك يمتلك الهوموإركتوس مجموعة كاملة من التكيفات المعرفية التي تعد من ميزات الإنسان العاقل، دون أن يمتلك جمجمة كروية ذات جداريات منتفخة. وتشبه الفتحة العظمى في قاعدة الجمجمة عند الهوموإركتوس ما هو موجود عند الإنسان العاقل؛ إذ تقع في موقع مركزي منها، مما يشير إلى أن

[100]((Brown, P., *Chinese Middle Pleistocene hominids and modern human origins in east Asia*., Human Roots Chs 9 to 16; 2001, p.141.

الهوموإركتوس كان منتصباً بشكل معتاد ويتحرك على قدمين اثنتين، فتشريحياً ترتبط المشية المستقيمة على قدمين اثنتين لأشباه البشر بالفتحة المركزية للجمجمة Foramen Magnum، التي تسمح بمرور الحبل الشوكي الموجه عمودياً إلى مركز الجمجمة، أي تصل الحبل الشوكي بالدماغ، بينما في الحيوانات التي تمسي على أربعة فإنه توجد إلى الخلف مباشرة أكثر. ويبدو أن العضلات التي تتحكم بالرأس والرقبة كانت عندهم أكثر قوة من عضلات الرقبة عندنا، ولاسيما على الجزء الخلفي من العنق. أما وجههم فهي كبيرة وعريضة قليلة البروز، يبدو إن الفتحة المركزية للجمجمة وانخفاض بروز الوجه عند أشباه البشر؛ شرط أساسي لتكوين المسالك الصوتية الفريدة والضرورية لتطور اللغة.[101]

أما الوجه فإنه يتوضع أسفل حواف الجبين البارزة والمميزة، ويمتاز بأنه بارز للأمام وكبير؛ فعظام وجناتهم هي أكبر بالنسبة لأبعاد الوجه، حتى أن علماء الأنثروبولوجيا يقدرون مساحة القسم الوجهي أكبر من القسم الدماغي تقريبا. جباههم رقيقة ومائلة إلى الخلف وراء عظمة الجبين البارزة إلى الأمام، والحواجب غليظة ومتصلة ببعضها، وأثخن ما تكون فوق محجر كل عين، وتشكل رفا عظميا فوق العينين على شكل مظلة شبه واقية، أما مدارات العين في عميقة ودائرية نسبياً[102]، امتاز أفراد الهوموإركتوس بأنف خارجي بارز وفريد، ينعكس تركيبه الأساسي في سلسلة من السمات الهيكلية، بما في ذلك تحدب عظم الأنف، وزاوية أنفية داخلية، وانقلاب فتحة الأنف الجانبية، وبروز الشوكة الأنفية الأمامية ووضعها الأمامي، وزاوية حادة في المنحدر السنخي تحت الأنفي، وتوسع في عرض عظام الأنف بالنسبة إلى فتحة الكمثرى .[103]ولا يبدو أن فتحة الأنف (تجويف النتوء الجبهي الأنفي) كانت واسعة جداً، وجسر الأنف منخفض قليلا[104] (يتكون الأنف من عظمتين أحداهما مقعرة والثانية محدبة، وتتصل هاتان العظمتان مع بعضيهما في منطقة

[101]((Clark, G., & Henneberg, M., Op. Cit., 2021, p.468.

[102]((Choudhary, V., *Homo erectus from Africa, Asia, Europa.,* Unit 7; Block 3; *Homo Erectus to Modern Homo Sapiens*., from Book; *Introduction to Biological Anthropology*., School of Social Sciences Indira Gandhi National Open University, November 2019, p.96.

[103]((Robert G. Franciscus, & Erik Trinkaus., Nasal morphology and the emergence of Homo erectus., American Journal of Physical Anthropology: Volume 75, Issue 4, April 1988, p.1.

[104]((Choudhary, V., Op. Cit., 2019, p.96.

الوسط، ومع العظم الجبهي من أعلى، ويتصل الطرف الجانبي مع الفك العلوي والجبهة الداخلية)، إلا أن أنوفهم ذات فتحات متجهة للأسفل مماثلة لما هو موجود عندنا، بدلاً من الخياشيم المتجهة للأمام والموجودة في الرئيسيات الأخرى. إن فتحات الأنف الأطول والمتجهة للأسفل تسمح بتدفئة الهواء البارد قبل دخوله إلى الرئتين، وربما كان ذلك بمثابة تكيف مع المناخات الباردة[105]. إن هذه الظوهر التشريحية مع أفراد الهوموإركتوس، (رغم أنها عند الإنسان العاقل أكثر تطوراً في سياق تقلص القحف والوجه والأسنان)، تبدو أنها كانت في المقام الأول استجابة للحاجة للحفاظ على الرطوبة في بيئة قاحلة من خلال تعزيز الاضطرابات وتبريد الهواء الزفيري، ويشير ظهورها في هذا الوقت، بالتزامن مع وجود تشريح حركي مقاوم للتعب مميز لأعضاء قدماء من جنس بشري مشى منتصباً، إلى التحول نحو نوبات مطولة بشكل متزايد من النشاط في البيئات المفتوحة والقاحلة.[106]

محالة إعادة بناء وجه إنسان جاوا

[105]((Radtke, T., Op. Cit., 2019, p.171.

[106]((Robert G. Franciscus, & Erik Trinkaus., Op. Cit., 1988, p.1.

وبخصوص الفكين فهما كبيرين، وتشكل نقطة التقاء الفك السفلي بالفك العلوي بروزاً ظاهرا إلى الأمام، وتشير مناطق ارتباط عضلات المضغ والتعزيز الهيكلي إلى التكيف مع المضغ القوي، وقد أظهرت عينات جاوا أحياناً انبساطاً أمام ناب بارز ومدبب قليلاً في الفك العلوي، أما الفك السفلي طويل من الأمام إلى الخلف وبلا ذقن، ويمتاز بالقوة والسماكة. ولما كانت الحفرة الفكية للمفصل الفكي الصدغي هي بنية معقدة طوبوغرافياً، فإنها تمتلك العديد من الخصائص التصنيفية؛ والتي قد تكون مناسبة للتحليل التصنيفي؛ بسبب موقعها التشريحي "المخفي" داخل قاعدة الجمجمة وبنيتها الصلبة، فالحفرة موجودة في كثير من العينات ومكتملة في الفك، ما يجعل تحليل هذه المنطقة أسهل دون مواجهة مشكلة البيانات المفقودة، ومن دراستها تبين أن هذه الحفرة في فكوك الهوموإركتوس ضحلة وواسعة مع جدار وسطي مرتفع كما هو الحال في أحد أفراد الهوموإركتوس الذي اكتشفه فريق ريتشارد ليكي في السبعينيات ويحمل الرمز العلمي KNM–ER 3733وفق تصنيفات متحف كينيا .[107]

أما فيما يخص مورفولوجيا الأسنان عند الهوموإركتوس هي أقرب لما هو موجود عند الإنسان العاقل مما هو عليه الحال عند الأسترالوبيثك، لكنها أكبر من أضراس الإنسان العاقل[108]، ويظهر هذا جليا في تشكل الضواحك المنخفضة، والميل إلى أحجام نسبية أصغر للأضراس الخلفية مقارنةً بالهومو الأقدم. عموما يحمل الفك عند الهوموإركتوس أضراس كبيرة ذات جذور طويلة، والأسطح الإطباقية للأضراس بها تجاعيد معقدة[109]. وتتوزع هذه الأضراس على شكل مغارف على جانبي اللسان. إن دراسة هذه الأضراس يبين أنها كانت تمثل تغيرا تدريجيا نحو أطعمة أكثر ليونة، بما في ذلك المزيد من اللحوم والمواد الغذائية.

الخاتمة:

[107]((Barash, A., & Markus Bastir, & Ella Been., *3D Morphometric Study of the Mandibular Fossa and Its Implication for Species Recognition in Homo erectus*., Advances in Anthropology, 5, 2015, pp.152, 153.

[108]((Choudhary, V., Op. Cit., 2019, p.96.

[109]() Rukang, W., & Lanpo, J., Op. Cit., 1994, p.271.

يخلص هذا البحث أن كثيراً مما كنا نعتقد أنها مظاهر مورفولوجية ناتجة عن التكيف مع عوامل المناخ والمكان، هي في حقيقتها مظاهر ناتجة عن برمجيات جينومية أصيلة في جنسنا البشري ميزتنا عن باقي الكائنات على سطح الكوكب، كان أهمها تحرر اليدين، والوقفة المنتصبة، والسير على قدمين، وتناسق شكل الساقين مع الكاحل والركبة والقدمين. كما يخلص البحث أن الفروق المورفولوجيا الطفيفة بين أفراد الهوموإركتوس؛ كان في أغلبها تكيفات فرضتها البيئة التي عاشوا فيها، وهي مقبولة ويمكن تصنيفها في خانة «اللدانة النمائية»، التي تشرح لنا الفروق المورفولوجية حتى بين أبناء الجنس الواحد، وربما بين أبناء العائلة الواحدة. ثانيا تعد مورفولوجيا الهوموإركتوس متقدمة أكثر مما كنا نعتقد قبل عقد من الزمان، وهي في واقع الأمر أقرب لأفراد الإنسان العاقل منها إلى النياندرتال. ثالثا كان أفراد الهوموإركتوس شديدي الشبه بنا من حيث المورفولوجيا العامة للهيكل العظمي والوقفة المنتصبة وآليات التكيف مع الوسط الحار، واستطاع العلماء الاطمئنان إلى هذه النتيجة بعد اكتشاف الهيكل العظمي لفتى توركانا. رابعا نجح أفراد الهوموإركتوس في التكيف مع الأوساط البيئية التي عاشوا فيها، فربما أنهم تفوق علينا في طول أجسادهم وطول أطرافهم أيضا، لكن ذلك اعتبر تكيفا عاماً ناسب البيئة الاستوائية الحارة التي عاشوا بها في شرق إفريقيا، في حين أن اعتدال أطرافهم وأطوالهم في جنوب شرق آسيا هو تكيف مع البيئة المعتدلة أكثر. خامساً كانت الوقفة المنتصبة، والسير على قدمين، والجلد العاري من الشعر، ولون البشرة السوداء ميزات جيدة مع أشعة الشمس الحارقة في شرق إفريقيا، وجميعها ميزات ناسبت البنية المورفولوجيا لأفراد الهوموإركتوس. سادسا يظهر أن عظم الحوض عند أفراد الهوموإركتوس أصغر من عظم الحوض عند الإنسان العاقل؛ وهذه السمة المورفولوجيا لا يمكن الجزم فيها مطلقاً، رغم أن الإشارات الحديثة تبين أن حوض الهوموإركتوس لم يكن أضيق من حوض الإنسان العاقل، وأن النتيجة التي اعتمدها الباحثون فيما مضى قائمة على حوض فتى توركانا الذي ربما كان يعاني مشاكل باثولوجيه. وبغض النظر عما تقدم ما زال الباحثون ميالين إلى أن الولادة عند أفراد الهوموإركتوس ما كانت غير دورانية على النقيض مما هو الحال عندنا. سابعا: أعطت جماجم الهوموإركتوس بيانات مختلف من حيث الشكل العام لمورفولوجيا الجمجمة فيما بينهم، إلا أن تلك الفروق مقبولة نوعا ما، وتمحورت الفروق بشكل أساسي في السعة، وشكل القحف، إلا أنها لا ترقى للفروق بين جماجم الهوموإركتوس وجماجم الإنسان العاقل؛ إذ كانت الفروق بينهم ظاهرة سواء في القلنسوة، أو العظم القذالي، أو العظم الصدغي، أو العظم الجداري،

أو العظم الجبهي، لا بل وحتى في الوجه سواء في شكل الحاجبين أو الوجنتين، أو الفكين أو محجر العينين أو حتى في شكل الأنف الذي كان قريبا جدا من شكل أنوفنا.

المراجع المعتمدة: **References**

(1 Allen, J, S., *The Lives of the Brain*; *Human Evolution and the Organ of Mind*., London., 2009.

(2 Anton, S. C., & Taboada, H. G. & Middleton, E. R., & Rainwater, Ch. W. & Taylor, A. B. & Turner, T. R. & Turnquist, J. E. & Weinstein, K. J. & Williams, S. A., Morphological variation in Homo erectus and the origins of developmental plasticity., The Author(s) Published by the Royal Society, 13 June 2016.

(3 Barash, A., & Markus Bastir, & Ella Been., *3D Morphometric Study of the Mandibular Fossa and Its Implication for Species Recognition in Homo erectus*., Advances in Anthropology, 5, 2015.

(4 Bartstra, Gert-Jan., *Indonesia; in the period of Homo habilis and Homo eractus*., In book: *History of Humanity*, Vol I; Prehistory and the Beginnings of Civilization, Edited by: S. J. de Laet Co-edited by A. H. Dani, J. l. Lorenzo and R. B. Nunoo., United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 1994.

(5 Bribiescas, Richard G., *Men: evolutionary and life history*., First Harvard University Press paperback edition, 2008.

(6 Brown, P., *Chinese Middle Pleistocene hominids and modern human origins in east Asia*., Human Roots Chs 9 to 16; 2001.

(7 Carotenuto, F., & Tsikaridze, N., & Rook, L., & Lordkipanidze, D., & Longo, L., & Condemi, S., et al., *Venturing out safely: The biogeography of Homo erectus dispersal out of Africa*., Journal of Human Evolution, 95, 1-12., 2016.

(8 Choudhary, V., *Homo erectus from Africa, Asia, Europa.,* Unit 7; Block 3; *Homo Erectus to Modern Homo Sapiens*., from Book; *Introduction to Biological Anthropology*., School of Social Sciences Indira Gandhi National Open University, November 2019.

(9 Churchill, S, E., & Vansickle, C., Pelvic Morphology in Homo erectus and Early Homo., The anatomical record 300, 2017.

(10 Clark, G., & Henneberg, M., Cognitive and behavioral modernity in Homo erectus: skull globularity and hominin brain evolution., Anthropological Review; Vol. 84(4), 467–485., 2021.

(11 Coolidge, F. L., & Thomas Wynn., *The Rise of Homo sapiens*; *The Evolution of Modern Thinking*., United Kingdom 2009.

(12 Coppens, Y., & Denis Geraads., *The period of Homo Habilis and Homo Erectus*., In book: *History of Humanity*, Vol I; Prehistory and the Beginnings of Civilization, Edited by: S. J. de Laet Co-edited by A. H. Dani, J. l. Lorenzo and R. B. Nunoo., United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization 1994.

(13 Cremo, M., *Hidden History of the Human Race*., California.,1994.

(14 Dzhinenko, E., *The Cognitive Evolution of Homo erectus The Cognitive Evolution of Homo erectus*., The Undergraduate Research Journal at the University of Northern ColoradoLM, Volume 11, Number 1, July 2022.

(15 Farb, P., *Humankind*., First Edition, Jonathan Cape, London 1978.

(16 Gruss, L, T., & Schmitt, D., *The evolution of the human pelvis: changing adaptations to bipedalism, obstetrics and thermoregulation*., Rstb; Royal Society Publishing. org Phil. Trans. R. Soc. B 370: 20140063, 2015.

(17 Hatala, K. G., & Neil t. Roach & Kelly R. ostrofsky & Roshna e. Wunderlich & Heather L. Dingwall & Brian A. Villmoare & David J. Green & John W. K. Harris & David R. Braun & Brian G. Richmond., *Footprints reveal direct evidence of group behavior and locomotion in Homo erectus*., Scientific Reports, June 2016.

(18 Jablonski, N, G., *The Naked Truth*, Recent findings lay bare the origins of human hairlessness-and hint that naked skin was a key factor in the emergence of other human traits, Scientific American, Vol 302, No 2, 2010.

(19 Klein, R, G., *Hominin dispersals in the Old World*., Chapter 3, January., 2005.

(20 Leonard, W. R., *Food for thought*, *Dietary change was a driving force in human evolution*., Scientific American, Vol 287, number 6, December 2002.

(21 Meyer, M., Functional biology of the homo erectus axial skeleton from Dmanisi, Georgia., Presented to the Faculties of the University of Pennsylvania in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy 2005.

(22 Mussi, M., & Matthew M. Skinner., & Rita T. Melis., & Joaquîn Panera., & Susana Rubio-Jara., & Thomas W. Davies., & Denis Geraads., & Hervé Bocherens., & Giuseppe Briatico., & Adeline

Le Cabec., & Jean- Jacques Hublin., & Agness Gidna., & Raymonde Bonnefille., & Luca Di Bianco., & Eduardo Méndez - Quintas., *Early Homo erectus lived at high altitudes and produced both Oldowan and Acheulean tools*, Science 382, 713-718, 2023.

(23 O'Connell, J. F., & Hawkes, K., & Blurton Jones. N. G., *Grand mothering and the evolution of Homo erectus*., Journal of Human Evolution 36, 1999.

(24 Radtke, T., *Physical Anthropology*, An Open Educational Resources Publication by Taft College Authored and compiled by Sarah Etheredge, College of the Canyons, Version 2; 2019.

(25 Rosenberg, R, K., & Trevathan, W, R., *The Evolution of Human Birth*., Scientific American, December 2001.

(26 Rosinger, A, Y., *Breaking a Sweat*., Scientific American, July 2021.

(27 Ruff, Ch., *Femoral/humeral strength in early African Homo erectus*., Journal of Human Evolution, March 2008.

(28 Rukang, W., & Lanpo, J., *China; in the period of Homo habilis and Homo erectus*., In book: *History of Humanity*, Vol I; Prehistory and the Beginnings of Civilization, Edited by: S. J. de Laet Co-edited by A. H. Dani, J. l. Lorenzo and R. B. Nunoo., United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization 1994.

(29 Senut, B., "*Bipédie et climat*". Comptes Rendus Palevol 5; 2006.

(30 Simpson, S. W., & Jay Quade, & Naomi E. Levin, & Robert Butler, & Guillaume Dupont-Nivet, & Melanie Everett, & Sileshi Semaw., A Female Homo erectus Pelvis from Gona, Ethiopia., Science Vol 322, 14 November 2008.

(31 Stefoff, R., *First humans; (Humans: an evolutionary history)*., Marshall Cavendish Benchmark, New York 2010.

(32 Tattersall, I., *The word from Beginnings to 4000 BCE*., Oxford University Press, 2008.

(33 Tattersall, I., *Homo sapiens has had the earth to itself*., Scientific American, 2003.

(34 Walker, A., & Leakey, R., *The Nariokotome Homo erectus Skeleton.,* Cambridge, MA: Harvard University Press 1993.

(35 Xing, S., & Carlson, K. J., & Wei, P. He, J., Liu, W., Morphology and structure of Homo erectus humeri from Zhoukoudian, Locality 1., PeerJ 19 January 2018.