

小児整形外科における Hip-to-calcaneal radiograph の有用性

岡 佳 伸¹⁾・西 田 敦 士¹⁾・大 森 直 樹²⁾
吉 田 隆 司²⁾・中 瀬 雅 司²⁾・琴 浦 義 浩²⁾
和 田 浩 明²⁾・金 郁 喆³⁾・高 橋 謙 治²⁾

1) 京都府立医大大学院 運動器機能再生外科学 小児整形外科学部門

2) 京都府立医大大学院 運動器機能再生外科学(整形外科)

3) 宇治武田病院 小児運動器・イリザロフセンター

要 旨 【はじめに】当科では、下肢アライメントや脚長差の評価に Hip-to-calcaneal radiograph (以下、HCR) を評価に用いている。【対象と方法】HCR を撮影した 20 例 20 肢について横断評価した。男児 13 例女児 7 例、疾患は片側肥大が 8 例、先天性下腿偽関節症が 5 例、腫瘍性疾患が 4 例、その他 3 例であった。HCR を撮影し各点での脚長差を、Hip-knee-ankle 角と Hip-knee-calcaneus 角を設定しアライメントを、荷重軸通過点を膝関節、足関節で設定し調査した。【結果】脚長差は差がなかったが、HCR で足根骨高の差が評価可能であり真の下肢長が評価できた。アライメントの差はほぼ見られなかったが、荷重軸通過点は踵骨への荷重軸では外側へ移動する傾向にあった。【考察】小児整形外科分野でも HCR が活用できた。足部を含めた脚長や、足関節荷重軸の評価により実際のアライメント矯正が可能になるものと考ええる。

はじめに

小児の脚長差や下肢アライメント評価には立位下肢全長の単純 X 線像が用いられ、脚長差の評価には腸骨稜、大腿骨頭、足関節などのポイント間での評価が用いられる。下肢アライメント評価には Femorotibial angle (以下、FTA)、Hip-knee-ankle-angle (以下、HKA 角)、Mechanical axis deviation (以下、MAD)、Joint orientation angle (以下、JOA) 等を用いた評価がなされている。これらの評価は足関節までの評価であり、足関節から踵骨接地面までの足部荷重軸については考慮されていない。

Haraguchi らが 2015 年に発表した Hip-to-cal-

canal radiograph (HCR) では、下肢の真の荷重軸を大腿骨頭から踵骨接地点として設定し、下位脛骨骨切り術の術前後評価において足関節までではなく後足部を含めた踵骨までのアライメント評価を行っている¹⁾。HCR の撮影は X 線透過性の台に乗った状態で膝蓋骨正面として後方から下肢全長を曝射し、踵骨下端までを含めて撮影し、大腿骨頭中心から踵骨下端までの下肢全長のアライメントを評価する (図 1)。当科でも HCR を用いた評価を行っており、本研究の目的を小児整形における HCR で従来法である Hip-to-talus radiograph (以下、HTR) と脚長差、アライメント評価が変化するかを調査することとした。

Key words : alignment (アライメント), leg length discrepancy (脚長差)

連絡先 : 〒 602-8566 京都市上京区河原町広小路 465 京都府立医科大学大学院医学研究科 運動器機能再生外科学 (整形外科学教室) 岡 佳伸 電話 (075) 251-5549

受付日 : 2021 年 1 月 19 日

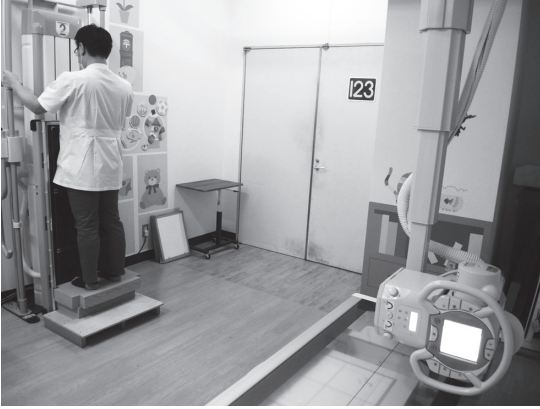


図1. Haraguchi の Hip-to-calcaneal radiograph
X線透過性の台に載り膝蓋骨正面として後方から踵骨下端までを含めた立位下肢全長像を撮影する。

対象と方法

対象は、2019年以降に当院で従来の前方からのHTR法と後方からのHCR法で評価を行った20例40肢を対象とし、横断的に評価した。内訳は男児13例と女児7例で、平均年齢は13歳(6～20歳)であった。原疾患は片側肥大8例、先天性下腿偽関節5例、腫瘍性疾患が4例、DDH、くる病、腓骨列形成不全が各1例であった。検討項目はHCRにおいて腸骨稜頂点から足関節中央、踵骨下端までの距離、骨頭中心から足関節中央、踵骨下端までの距離をPicture archiving and communication systems(以下、PACS)内で計測し、左右差による脚長差評価に違いが出るかを検討した(図2)。アライメント評価としてHTRにおいてはHKA角を、HCRにおいては踵骨までのHip-knee-calcaneus angle(以下、HKA角)を計測しその差を検討した(図3)。また、HCRにおいて大腿骨頭から足関節中央までの荷重ラインを引き、その%Mechanical axis deviation(以下、%MAD)を算出、大腿骨頭から踵骨までの荷重ラインを引きそのラインでの%MADを算出し、距骨と踵骨までの荷重ラインによる%MADの差を比較した(図4)。最後に大腿骨頭から踵骨までの荷重軸が、足関節のどの部分を通過するかを%ankle MADで算出した(図5)。統計処理にはPaired t-testを用い、 $p < 0.05$ を有意とした。



図2. 脚長差評価

腸骨稜頂点～足関節中央、踵骨下端までの距離、大腿骨頭中心から足関節中央、踵骨下端までの距離を計測し左右差を算出した。

結果

脚長差はいずれも平均値において腸骨稜～足関節で2.35 mm、大腿骨頭～足関節で2.5 mmであり有意差なし、骨頭～踵骨で5.35 mm、腸骨稜～踵骨で5.8 mmと有意差なし、骨頭～足関節で2.5 mm、骨頭～踵骨で5.35 mmと有意差なし、腸骨稜～足関節で2.35 mm、腸骨稜～踵骨で5.8 mmといずれの組みあわせにおいても差はなく、HCRにおいても脚長差は評価できた。

アライメントにおいて、HKA角は右1.3°、左1.75°、HKC角は右1.7°、左2.25°であり、HKA角とHKC角の評価に有意差を認めなかった。荷重線による膝関節の%MADでは、HTRによる足関節までの荷重線で右52.0%、左53.7%、HCRによる踵骨までの荷重線で右52.1%、左60.0%であ

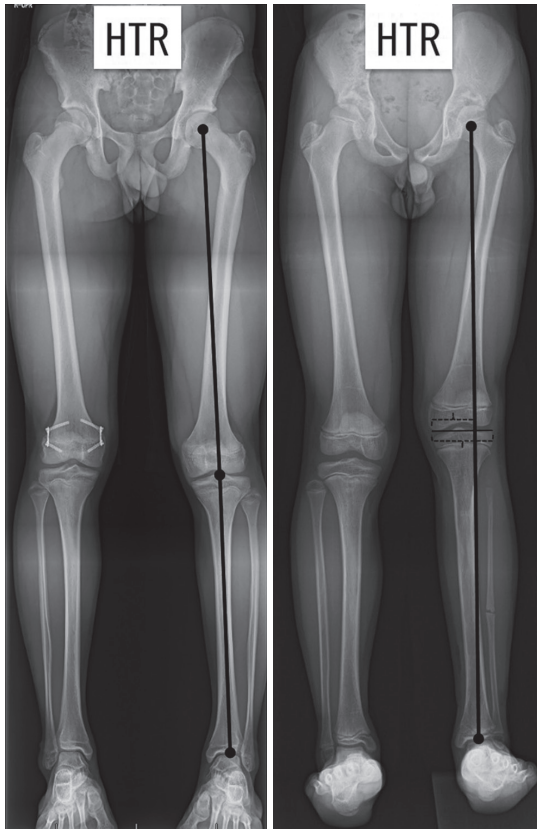


図3. HKA角によるアライメント評価
HTRではHKA角を，HCRではHKC角を計測し，その差を検討した。

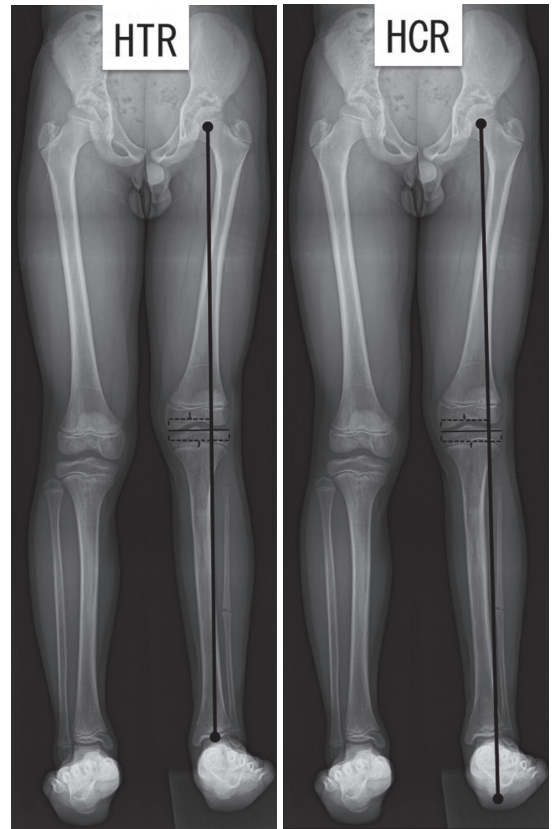


図4. %MADによるアライメント評価
HCRにおける大腿骨頭から足関節中央に引いた荷重線の%MAD，大腿骨頭から踵骨下端までの荷重線における%MADを計測し差を比較した。

り有意差は認めず同様に評価できた。HCRによる踵骨荷重線における足関節荷重軸については，%ankle MADが右63.0%，左80.2%と足関節中央からやや外側に偏位する傾向にあった。

症例1：13歳男児。Klippel-Trenaunay-Weber症候群と診断され，通院経過観察中でHTRとHCRでの評価を行った(図3)。脚長差はなく，HKA角は右4°左3.7°，HKC角は右3.9°左4.3°で差はわずかであった。HTRでの%MADは右62.5%，左65.0%，HCRでの%MADは右65.7%，左69.6%と大きな差は認めなかった。%ankle MADは右75.0%，左75.5%とやや外側を通過していた。

症例2：左腓骨列形成不全の診断で加療中の12歳男児。HKA角は右1.1，左8.3°，HKC角は右0.9°，左9.5°と左の外反膝はあったが評価の差は

認めなかった。HTRでの%MADは右50.7%，左87.2%，HCRでの%MADは右51.1%，左96.3%でありこちらも評価法による差は大きくなかった。HCRでの%ankle MADでは右47.3%，左90.5%であり左膝関節とともに左足関節も外側への荷重負荷が高まっていることが予想された(図6)。

考 察

脚長差の評価には下肢全長立位正面像，Orthorentgenogram，Scanogramなどの評価法が知られているが，HCRの撮影では1回曝射で画像上のひずみをコンピューター上で自動補正し画像として表出している。当院では，以前より下肢全長立位正面像のHTRを用いており少なくとも従来法との差は明らかではなく，同様の脚長差評



図5. %ankle MADによるアライメント評価
HCRにおいて、大腿骨頭から踵骨下端までの荷重軸が足関節のどの部分を通過するか%ankle MADで算出した。

価が可能であった。

下肢全長のアライメント評価法は様々な方法がある。古くから用いられているものにFTAがあり、Saleniusらは小児でのFTA基準値を示している⁷⁾。

FTAは基本的に膝関節周囲の単純X線像からアライメントを評価する方法であり下肢全長の評価を行えるのはHKA角とJOAによる評価である。JOAは、Paleyが下肢アライメント矯正の際に基準とした値であるが³⁾、大腿、脛骨のそれぞれの解剖軸、機能軸における冠状断、矢状断において基準となる値を提示しており、malalignment testを行うことでどの要素にどれくらいの異常があるかが分かり矯正の際に参考になる。Paleyが示したのは成人のJOAであり小児での年齢別の基準はなかったが、Sabharwalらは一部であるが

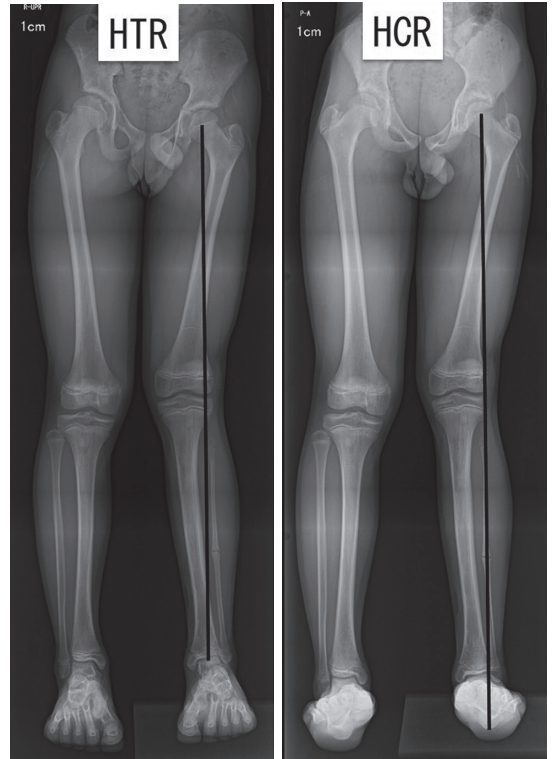


図6. 症例2
HCRの評価においてやや外反傾向を示した。

小児における年齢別のJOA基準値を示した⁴⁾。また、小児におけるHKA角基準値も年齢別で基準値を示している⁵⁾。

HCRでの評価についてはHaraguchiらが成人における低位脛骨骨切り術の術前後評価にHCRを用いて評価したのが最初であり¹⁾、足関節荷重軸のばらつきがあり、荷重軸の矯正と術後成績に関連があるとして、HCRの後足部評価に対する有用性を示した。Kimらは膝関節の内反型変形性関節症においてHTRとHCRの評価を比較し、HKA角が4°以上では両者の評価が一致しないことがあり注意が必要であると述べている²⁾。また、HCRにおける%ankle MADについては坂井らが正常値の検討を行い若年健常者における平均値が47.7%とほぼ足関節中央を通ることを示している⁶⁾。小児期から学童期にかけてのアライメント変化はよく知られているものの、後足部を含めたHCRの正常値の推移はまだ知られておらず今後調査を進める予定である。

下肢アライメントにおける距骨下関節の代償作用については多くの報告があるが、Kimらは内反型OA膝での検討で、距骨下関節の代償が限界を超えると測定値の差が出現すると考察している。正常発達の小児では後足部の柔軟性は高く、代償能力は成人よりも高いと考えられる。本検討において、対象疾患にばらつきがあり詳細な検討は行えていないが脚長差、アライメント評価についても有意差はなく従来のHTR法と同様の評価が可能であったと考えるが、疾患別での傾向を見ると先天性下腿偽関節や腓骨列形成不全など足部の病態を含んだ先天性疾患においては膝関節、足関節とも外反気味の評価になる傾向があり、特に足部を含めた病態をもつ先天性疾患のアライメント矯正においては注意が必要でありHCRによる評価は有効である可能性がある。

本調査のlimitationとしては計測が著者の1名によりなされ、検者内、検者間誤差の検討がなされていないこと、膝蓋骨正面での撮影としているが撮影時の下肢回旋のばらつきがあること、足部の回旋が踵骨までの軸評価に影響すること、足関節での外反傾向の原因が示せていないことなどが挙げられる。

まとめ

HCRを用いた脚長差評価と、下肢アライメント評価を従来法であるHTRを比較しその差違を検討した。HCRでは骨盤から後足部を含めた下肢全体のアライメントが評価可能で、やや外反傾

向を示すものがあった。後足部を含めた下肢全体の病態を呈することも多い小児先天性疾患などの下肢アライメント矯正の評価にHCRは有用と考える。

文献

- 1) Haraguchi N, Ota K, Tsunoda N, et al : Weight-bearing-line analysis in supramalleolar osteotomy for varus-type osteoarthritis of the ankle. *J Bone Joint Surg Am* **97** : 333-339. 2015.
- 2) Kim SG, Choi GW, Kim HK, et al : Hip-to-calcaneus alignment differs from hip-to-talus alignment in patients with genu varum deformity. *Knee surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* **27**. doi : 10.1007/s00167-020-06060-y. Online ahead of print. 2020.
- 3) Paley D : Principles of Deformity Correction. Springer, New York, 1-18, 2002.
- 4) Sabharwal S, Zhao C, Edgar M : Lower limb alignment in children : Reference values based on a full length standing radiograph. *J Pediatr Orthop* **28** : 740-746, 2008.
- 5) Sabharwal S, Caixia Z : The hip-knee ankle angle in children : Reference values based on a full-length standing radiograph. *J Bone Joint Surg Am* **91** : 2461-2468, 2009.
- 6) 坂井達弥, 江頭秀一, 田中博史ほか : 若年健常者における Hip to calcaneus view を用いた後足部アライメントの評価. *日本足の外科学会雑誌* **14**, s246, 2020.
- 7) Salenius P, Vankka E : The development of the fibiofemoral angle in children. *J Bone Joint Surg Am* **57** : 259-261, 1975.