

日本人新体操ジュニア選手の足の成長と変形について

朱 敏鴻* · 荒井信成** · 上地 勝*** · 早川家正**** ·
井口 傑***** · 田神一美*****

Cross-sectional View of Foot Growth and Deformity in Young Japanese Rhythmic Gymnasts

ZHU Minhong*, ARAI Nobunari**, UEJI Masaru***, HAYAKAWA Iemasa****,
INOKUCHI Suguru***** and TAGAMI Kazumi*****

Abstract

Background & Objectives: *Hallux valgus* in rhythmic gymnasts disrupts their activities; however, the time of onset and possible causes of the deformity have not yet been identified. This study aimed to evaluate the foot morphological characteristics of 105 young rhythmic gymnasts and their cross-sectional growth profiles, which were suggested as helpful in elucidating the causes of *Hallux valgus*.

Methods: The data of the gymnasts were compared with previously performed measurements of 4,350 Japanese non-athlete female students. One-way analysis of covariance and multivariate analysis of variance using discrete age groups were performed to analyze and compare the deformity between the young gymnasts and the non-athlete students.

Results: The foot length growth of the gymnasts was delayed, as well as their height growth. Their hallux angles significantly greater than those of corresponding age-matched students, and the prevalence of the deformity, their hallux angle was larger than 20°, increased 4.7 times more than that of the non-athlete students. Only three left foot parameters (inner arch length, hallux angle, and vertical heel angle) in the gymnasts increased to higher than those in the non-athlete students; most other parameters indicated delayed growth. In the gymnasts, the hallux angle and inner arch length were significantly correlated ($p < 0.05$).

Conclusions: The accelerated growth of hallux angle in young gymnasts usually resulted in *Hallux valgus* deformity. Our findings suggest that the rhythmic gymnasts' specific motion accelerates the growth of their hallux angle, and the excessive growth of the inner arch length was attributable to their symptom. Adjustment of the outer arch growth may prevent *Hallux valgus*.

Keywords: *Hallux valgus*; teenage girls; foot dimensions; rhythmic gymnastics; athletes' health

* 筑波大学大学院人間総合科学研究科体育学専攻
University of Tsukuba, Graduate School of Comprehensive Human Sciences, Master Program of Health and Sports Sciences

** 筑波大学大学院人間総合科学研究科体育科学専攻
University of Tsukuba, Graduate School of Comprehensive Human Sciences, Doctoral Program of Health and Sports Sciences

*** 茨城大学教育学部保健体育科
Ibaraki University, Mito 310-8512

**** 日本教育シューズ協議会
JES, Iwamoto 3-3-4 (Izumi Building), Chiyoda 101-0032

***** 慶応大学医学部整形外科学講座
Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University, Shinano 35, Shinjyuku 160-8582

***** 筑波大学体育系 (スポーツ衛生学)
Athletes health Laboratory, Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305-8574

1. はじめに

一般にもよく知られている足の変形に外反母趾があり臨床医学的には、エックス線診断による母趾の外反角が15又は20°以上に拡大し^{8,22)}、第一中足趾節間関節に痛みを伴う隆起(バニオン)が現れることと定義されている⁶⁾。外反母趾は、スポーツ障害の側面を有し競技を遂行する上での重大な障害である。シニア新体操選手(RGS)の本症の有病率に関する報告には、大きな開きがあり、練習を開始したばかりのジュニア選手たち(RGJ)の足の状況に関するデータは皆無である。

英語で発表されている78件の論文に用いられた総勢49万人(日本人のデータは含まれていない)の外反母趾に関するメタ分析によれば、成人(18~65歳)の外反母趾の有病率は23%であり、女性は30%であった¹⁹⁾。日本人学齢女児から採集した足形を3年齢区分(6~9歳:98名、10~12歳:64名、13~15歳:67名)して分析した結果によれば、各区分の有病率はそれぞれ7.1, 13.3, 23.1%となって年齢が上がるに従って数値が増加することが示された¹³⁾。このように一般の集団を対象とした調査による有病率は30%以下である。外反母趾で整形外科を受診した患者のデータ分析によれば、女性は男性の9倍多く、無症状の対照足に比べて70%以上が患足の第一中足長が長いという結果が示されている⁴⁾。更に、左右のいずれか片側だけに外反母趾を発症したケースだけを選び出して解析した結果でも同様の結果が判明している¹⁸⁾。

若いフットボール選手⁷⁾、長距離走者²⁴⁾やバレエダンサー^{2,12,17)}もまた同様の症状に苦しんできた。また、外反母趾は、アテネで開かれた2004年のオリンピック大会参加者の主要な疾患であることが分かっていたが¹⁾、2004年から2006年のスペシャルオリンピック大会参加者の同症の有病率(12.8%)は、一般の競技者の値(2.5-3.6%)の3倍に達していることが示された¹¹⁾。カナダのナショナル・チームに所属するRGSを対象とした思い出し方式の自記式質問紙調査の結果では、下肢の傷害で練習を休まなければならなかった経験は、全体の25%以下と比較的低値であった²⁶⁾。逆に、中国の新体操(RG)ナショナル・チームが実施した足形による計測の結果によれば、外反母趾の有病率が75%に達し⁹⁾、また別の中国のRGチームでは86%を上回り、同様の動作を行う競技種目よりも圧倒的に高いことが報告されている¹⁰⁾。これらは競技力に優れたエリート選手だけを対象としたデータである。

RGJがいつ、どのように外反母趾を発症するかを知ることは、親を含む指導の現場にいる者が、予防

策を講じる上で重要な情報である。また、RGという競技自体が外反母趾の発症リスクの高い種目であるかどうかを断定することが出来れば、その後の予防策を探索してゆく研究が加速され、真の外反母趾の原因とその予防策が明らかにされるはずである。

外反母趾による現実の足の痛みに対しては、臨床的な対応が必要になり、大きな外反変形は往々にして痛みを伴って生活の質を低下させる^{3,15)}。また、このような足の変形がRG引退後の正しい歩き方(歩容)にいつ、どのように影響してくるかは重大な関心事である²³⁾。今日でも、こうした情報を指導者と選手に提供できていないことは残念なことである。

本研究では、7歳から15歳までのRGJを対象として彼女たちの足を精査する機会を得て、一般の児童・生徒のデータ⁵⁾と比較してその特徴を明らかにした。

2. 方法

被験者:被験者は茨城県内のRGクラブに所属している105名の女子ジュニア選手(RGJ)であった。年齢は7歳から15歳の範囲であり、茨城県内の複数のクラブに所属する選手たちが一堂に会する合同練習の場に出向いて足の測定をした。

本研究は、筑波大学大学院人間総合科学研究科研究倫理委員会の承認を経て実施された(承認番号:22-130)。測定に先だって、被験者と保護者に対して研究の目的、測定の方法、内在するリスクと事故に対する備えと対応方法、データの保存や取扱について書面と口頭によって十分に説明し、書面による同意を得た。

足の計測:足の計測には3次元光学足形測定器(INFOOT、株式会社アイウェアラボラトリー、大阪府箕面市)を用いた。測定値の単位は、長さ、幅、周径と高さは「mm」、角度は「°」で表示される。実際の女性の左足から型取りして肌色に塗装した足の石膏模型を対象として、10回の連続計測して求めた測定器の精度は、長さ、高さ、周径が1%、角度が5%以内であることを確認した。その際、10回の測定の前にもその都度、測定点の位置決めを行わせて、後述する測定点シールの貼付を毎回実施した。

足の測定は、日本教育シューズ協議会の職員が行い、直立して両足に均等に荷重を分散させた状態で撮影した。測定は先ず左足、次いで右足の順で行い、保護者に年齢、生年月日、身長と体重を用紙に記入させた。個人の測定結果は、その場でプリントして被験者に手渡すと共にIDを付してPCに保存した。

測定に先立って足の第一中足骨頭点(MT)、第5

中足骨頭点 (MF) および舟状骨点 (NB)⁵⁾ の3点に直径5mmの白い円形シールを貼り付けた。計測器は、これらの3点の他に踵点や趾先点などの端点を自動認識して、各種の周径や角度を算出している²⁵⁾。この計測によって得られた測定値は、足長、足幅、足囲、インステップ囲長、踵幅、内不踏長、外不踏長、足囲最高点高、インステップ囲最高点高、母趾外反角度、第5趾内反角度、舟状骨点高、踵部角度、舟状骨点・中足骨頭点間長の14項目である。INFOOTによる測定の実理の一部は、図1に示した。

踵部角度とはスポーツシューズメーカーが開発した新しい指標で、この概念がINFOOTの解析プログラムに組み込まれている(図2)。この値(°)を求める方式は、足長を測定する直線上の後方7%に相当する位置を決定し、ここに直行する平面を想定する。次に、この面と直行する2枚の平面を足長の4%と28%に相当する高さを設定し、これらの面が足の外周線の投影線と交差する交点1-交点4を決め、各面の中点を定める。中点1と中点2を結んだ線と中点2上の垂線とが成す角度が踵部角度と定義されている。

学齢児童・生徒の足の計測値データベース: 日本全国の24小学校、7中学校、6高等学校の10,155名を対象に両側の足をINFOOT[®]で測定したデータが

日本学校保健会(港区虎の門)と日本教育シューズ協議会(千代田区岩本町)から公開されている。本研究では、このデータベースから今回のRGJと年齢が一致する4,350名の女児のデータを対照群として用いた。

比較: RGJと一般児童・生徒との体格の一括比較をするために、一元配置分散分析(ANCOVA)と年齢による3層区分(7~9歳、11~12歳、13~15歳)を用いた多変量分散分析(MANOVA)を用いた。年齢と足長の影響をうける測定値があることが想定されるので、ANCOVAに際して、全15項目の測定値に関して平均値による補正を加えた後にBonferroniによる多重比較を行った。この処理による結果は、平均±SEで求められ、 $p < 0.05$ の時に差を「有意」と判定した。また、必要に応じて年齢区分ごとにRGJと一般児童・生徒間の比較を行い、対応の無いt検定を行った。

相関分析: 母趾外反角とそれ以外の測定値との相関係数と回帰式を求めた。相関係数の有意性の検定では、母趾外反角の測定精度が十分でないことから、危険率1%以下の時に有意と判定した。

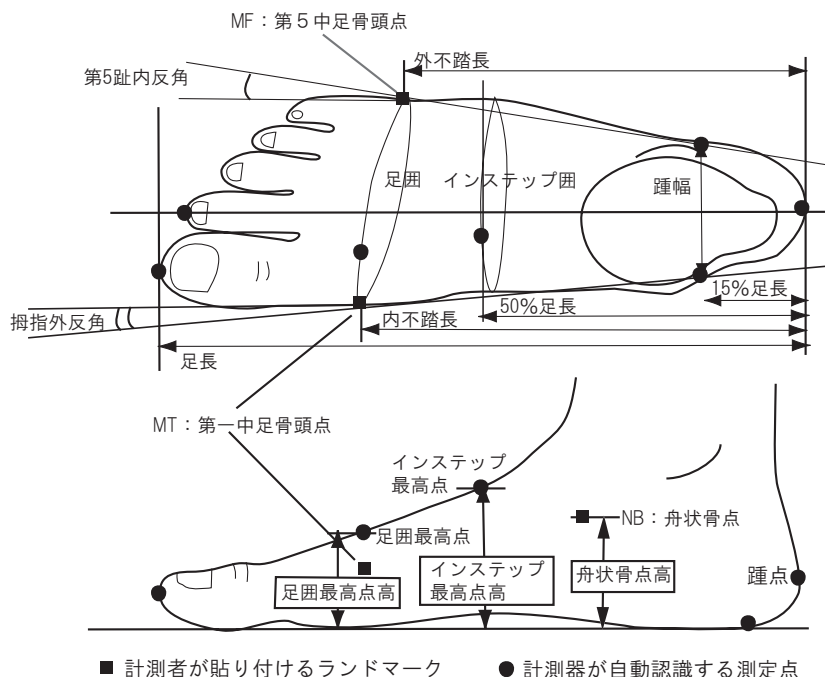


図1 INFOOTの測定点とランドマーク

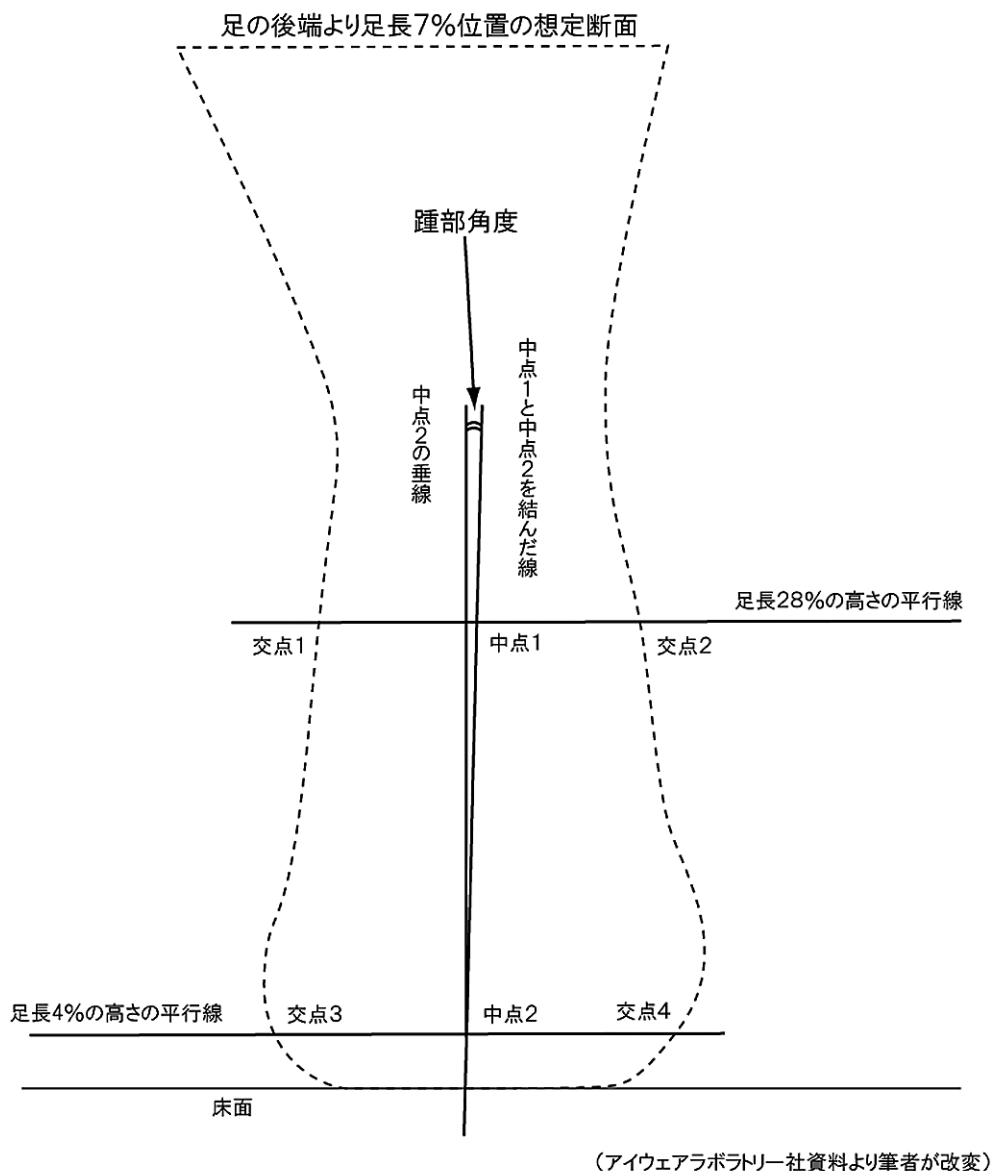


図2 踵部角度の測定概念図

3. 結果

3.1 新体操ジュニア選手の足の発育

105名のRGJの足長の発育は、一般児童・生徒より遅れる傾向にあるが、13歳で追いついて一般児童・生徒の値に達した(図3)。こうした傾向は左右共に同じであった。足囲、足幅、インステップ長、踵幅、内不踏長、外不踏長、足囲最高点高、インステップ囲最高点高、舟状骨点・中足骨頭点間長などの足の長さ、幅や厚さを表す項目は全て、足長と同様の発育を示し、一般児童・生徒との大小差関係もほぼ同様であった。

一方、RGJの足の変形の程度を示す母趾外反角度の平均値は、足長などのその他の測定項目の平均値とは全く異なる発育発達の経過を示した(図4)。

一般の児童・生徒では、左右とも5°程度から徐々に増加して、13歳頃に11~12°まで緩やかに増加する経過を示すが、RGJの左足では8歳以降15歳まで高値を持続し続けている。RGJの左足の母趾の外反変形は、整形外科の診断基準(20°)を適用してカウントすると21足(10.0%)であった。一般児童・生徒の左足の母趾外反角度20°以上の足は204足(2.1%)であり、RGJの母趾外反変形の発生率は一般児童・生徒の4.7倍である。

RGJの年齢区分毎の外反母趾の発生は9歳以降に増加を始め、その後徐々に増大する傾向を示したが、各年齢区分のデータ数が不十分のために一定の傾向を示しているわけではない。しかし、9歳以降の年齢区分ごとの有病率は、12歳を除いていずれ

も10%以上を継続し続け、RGJの有病率累計では14.3%に達して一般児童・生徒の8.9倍になった(表1)。

3.2 新体操ジュニア選手の体位の発育

RGJの身長は、図3の足長と同様に9歳から13歳まで低値を示した後に一般児童・生徒のレベルに復し、年齢階級ごとの比較ではこれらの差は有意ではなかった。体重でもほぼ同様に変化を示し15歳で一般児童・生徒の値に達したが、9歳から14歳まではRGJの方が一般児童・生徒と比較して有意に低値で、その差は2~5kgであった。

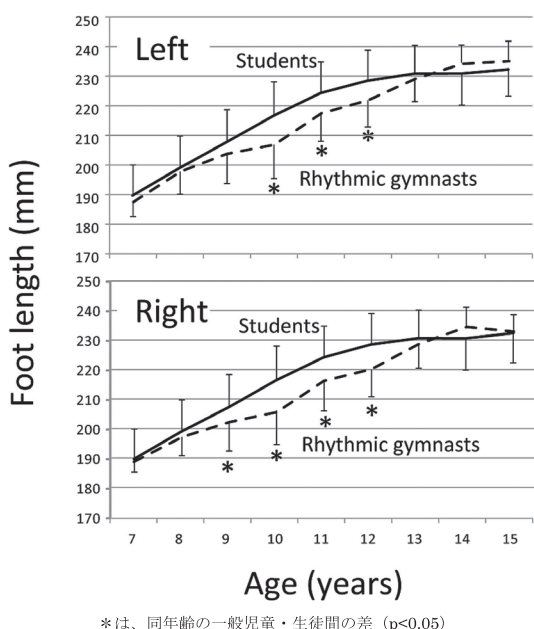


図3 新体操選手の足長発育一般児童・生徒の横断調査

3.3 新体操ジュニア選手と一般児童・生徒の足部形態の相違

年齢区分ごとの対応の無いt検定によれば、RGJの左足は、12測定項目中の2項目(内不踏長と母趾外反角度)だけが、一般児童・生徒よりも明らかに大きく、5項目(インステップ囲、踵幅、足囲最高点高、インステップ最高点高、及び舟状骨点・中足骨頭点間長)が有意に小さかった。残りの5項目(足幅、足囲、外不踏長、第五趾内反角、及び舟状骨点高)には差が認められなかった(表2)。

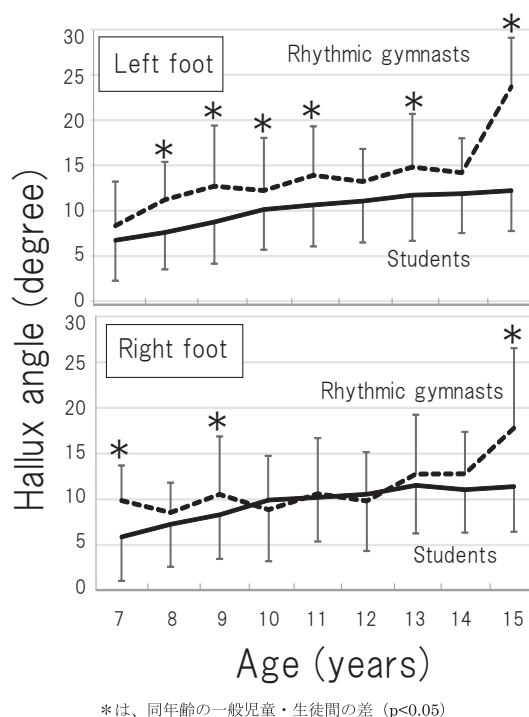


図4 新体操選手の母趾外反角度の横断調査一般児童・生徒

表1 新体操選手並びに同年齢と同足長の日本人児童・生徒の外反母趾(母趾外反角度20°以上)の発症数、発症率と累積発症率

	年齢(歳)										合計
	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
新体操選手	発症者数	0	0	2	3	3	0	3	1	3	15
	有病率(%)	0	0	10.5	12.5	20.0	0	20.0	14.3	75.0	-
	有病率累計(%)	0	0	6.3	8.9	11.3	10.1	11.7	11.9	14.3	14.3
	人数	6	7	19	24	15	8	15	7	4	105
日本人児童・生徒	発症者数	0	0	1	0	0	1	4	0	1	7
	有病率(%)	0	0	1.4	0	0	2.9	5.9	0	6.7	-
	有病率累計(%)	0	0	1.3	0.5	0.3	0.6	1.5	1.4	1.6	1.6
	人数	30	28	74	92	68	35	68	23	15	433

RGJの右足の測定値に対する同様の検定では、左足と同じ5項目に足囲を加えた6項目に群間に有意差が認められた(表2)。内不踏長と母趾外反角度は左足と同様に有意に大きな値であった。右足で新たに加わった有意差のある項目は足囲であり、RGJの方が一般児童・生徒よりも小さいことが分かった。

ANCOVAによる年齢と左足長を共変量とした際の一般児童・生徒とRGJの左足の比較では、12項目の測定値に両群間に有意な差があることが示された。さらに、3年齢層群で実施した年齢と足長を共変量とした分析でも、全ての年齢層でRGJの母趾外反角度が大きいことが再確認された。足囲と踵幅の2項目の値は、6~9歳と10~12歳のRG群では一般児童・生徒より小さく、13~15歳では有意

差は認められなかった。残る10項目の測定値は、RGと一般児童・生徒の間に有意差は認められなかった。

踵部角度については表2に掲載しなかったが、次のような結果であった。一般女子児童・生徒の左足の踵部角度は、 -7.4° から 16.1° (4.26 ± 3.12)の範囲(平均±標準偏差)にあり、右足では -7.7° から 15.7° (3.93 ± 3.02)の範囲にあることが示された。一般男子では、左足が -9.8° から 17.1° (4.64 ± 3.13)の範囲で、右足が -7.9° から 16.6° (4.53 ± 3.01)の範囲にあった。男女ともに、左足の踵部角度が右足に比べて大きい傾向があるが統計的な有意差ではない。RGJでは、左足の踵部角度($5.12 \pm 2.83^{\circ}$)は、右足(2.93 ± 2.81)より大きくその差は有意であっ

表2 新体操ジュニア選手の足の形態的特徴、年齢と足長を一致させて抽出した一般児童・生徒との比較

足の測定項目	左足			右足		
	新体操選手	児童・生徒	差	新体操選手	児童・生徒	差
足幅 (mm)	84.9 ± 0.34	85.2 ± 0.17	無	84.7 ± 0.34	84.9 ± 0.17	無
足囲 (mm)	202.6 ± 0.28	204.5 ± 0.38	無	203.2 ± 0.76	204.2 ± 0.38	有
インステップ囲 (mm)	196.6 ± 0.83	200.7 ± 0.41	有	196.7 ± 0.82	200.2 ± 0.40	有
踵幅 (mm)	52.2 ± 0.24	53.7 ± 0.12	有	51.9 ± 0.24	53.4 ± 0.12	有
内不踏長 (mm)	158.6 ± 0.25	157.6 ± 0.13	有	158.2 ± 0.26	157.6 ± 0.13	有
外不踏長 (mm)	139.2 ± 0.35	138.9 ± 0.17	無	139.9 ± 0.35	139.2 ± 0.17	無
足囲最高点高 (mm)	31.4 ± 0.22	32.3 ± 0.11	有	31.8 ± 0.22	32.5 ± 0.11	有
インステップ最高点高 (mm)	51.5 ± 0.36	52.6 ± 0.18	無	52.5 ± 0.35	53.1 ± 0.17	有
拇趾外反角 (°)	13.2 ± 0.46	9.6 ± 0.23	有	10.7 ± 0.48	9.4 ± 0.24	有
第五趾内反角 (°)	5.5 ± 0.46	7.2 ± 0.24	無	7.2 ± 0.46	6.9 ± 0.23	有
舟状骨点高 (mm)	30.4 ± 0.59	30.4 ± 0.29	無	31.1 ± 0.59	30.4 ± 0.29	無
舟状骨点・中足骨頭点間長 (mm)	75.8 ± 0.36	76.0 ± 0.18	有	75.4 ± 0.50	76.3 ± 0.25	有

註：数値は平均値と±SEで標記されている。

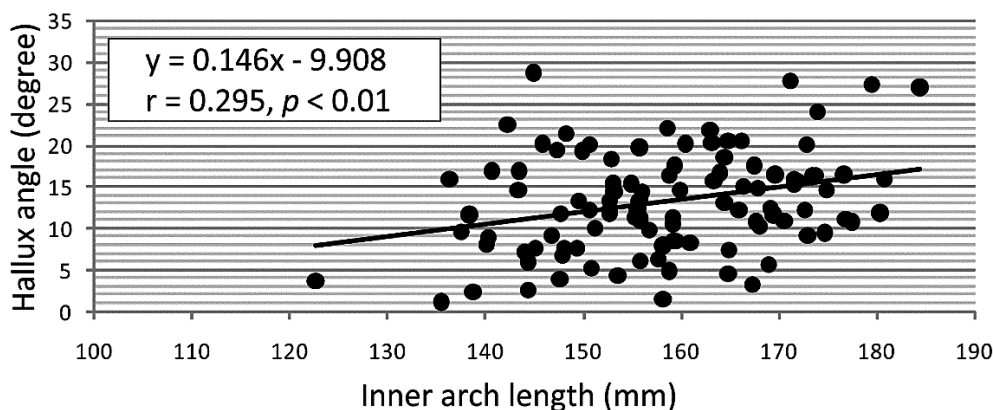


図5 日本人新体操選手の左足の母趾外反角度と内不踏長の相関

たが、一般の児童・生徒にはこの左右差は認められなかった。RGJの左足の踵部角度は、一般児童・生徒の値より大きい傾向が認められた。

3.4 相関分析

左母趾外反角度は、RGJの足の測定項目中の一般児童・生徒よりも圧倒的に大きいという顕著な特徴を示した。RG選手の左足の母趾外反角度と内不踏長との相関分析では、相関係数は小さいが相関は有意であった(図5)が、右足の相関は有意ではなかった。一般児童・生徒では、男・女児共に左右の両値間には共に有意な相関が認められている(男児左足： $y = 0.090x - 6.547$ ($r = 0.358$, $P < 0.001$, $N = 5311$))、女児左足： $y = 0.126x - 9.835$ ($R = 0.237$, $p < 0.001$, $n = 4843$)；男児右足： $y = 0.085x - 6.769$ ($r = 0.319$, $p < 0.001$)、女児右足： $y = 0.1487x - 14.357$ ($r = 0.395$, $p < 0.001$)。

RGJの左右の舟状骨点・中足骨頭点間長は、一般児童・生徒よりも有意に小さな値を示すことが分かっている(表2)。左足の舟状骨点・中足骨頭点間長と母趾外反角との相関分析では、回帰式($Y = 0.209X - 2.607$)と相関係数($r = 0.213$)となって危険率0.01以下の有意な相関とは認められなかった。

4. 考察

4.1 新体操選手の足の発育遅延と変形の開始時期

発育期のRGJの足が小さい傾向は、毎日の身体活動量が多いことに加えて体型を維持するために摂食量を抑制していることが原因と考えられ、身長と体重の横断的発育曲線もこれらに概ね一致している。しかし、15歳の成熟期までに回復していることから正常の範囲内であって、RGが発育に悪影響を及ぼすとまでは言えないと考えられる。この件に関する最終的な結論には、発育と発達の経年経過の追跡(縦断的)データによる確認を待たなければならない。

15歳のRGJの外反母趾の発症率は75%という大きな数値を示しているが(表1)、中国のエリート選手の値⁹⁾と比べれば、決してあり得ない数値ではない。この調査では練習開始年齢を記録しなかったため断定することはできないが、新体操を15歳まで継続し得た競技能力の高い選手では外反母趾の発症率が高いと考えている。

RGJの左足の母趾外反角度が20°を上回る者の割合は、一般の児童・生徒の8.9倍であり、9歳時には既に該当者が現れはじめた。これは、RGが母趾外反の原因となる可能性を示していると考えている。本研究では、RG開始から発症までの期間を特定で

きていないが、多くの児童・生徒がRGを始める時期(7~8歳)には既に左母趾外反角度は一般児童・生徒の値を上回っている(図4)、RGの練習開始から20°を上回るに至る期間は予想以上に短く、練習開始に伴って母趾外反が急激に進行して行くことを示唆している。

4.2 新体操選手の足の形態的特徴

RGJの足の光学3D測定した数値と一般児童・生徒のデータに年齢と足長を共変量とした比較によれば、彼女たちの左足は、長さ、幅、高さ足の主要な骨(踵骨の幅)などは、いずれも小さく華奢であるが、内不踏長と母趾外反角が大きく、第五趾内反角度が小さく、踵部角度が小さいという顕著な特徴を有している。これは、第一中足骨の長さを最も如実に反映していると考えられるRGJの左足の舟状骨点・中足骨頭点間長が一般児童・生徒の値より有意に短いという結果から、第一中足骨が長いことが外反母趾の原因であるとしているMunuera et al.の指摘^{4,18)}と完全には一致していない。しかし、踵の後端から第一中足骨頭までの長さを表している内不踏長が母趾外反角度と正相関するという事実は、エックス線装置を用いずに選手の足の変形の程度を調べられる方法として意義深い。また、内不踏長に占める第一中足骨の割合は大きいので、Munuera et al.の指摘に妥当性が無いわけではなく、RGのような大きな荷重と衝撃への適応は、足を構成する多くの骨が同時進行的に関わっていると考えられるので、内不踏長という総合的な指標が抽出されてきたことは妥当だと考えられる。

RGJの足が華奢であることの原因は、体格が劣ることに起因していることは間違いない。体格が劣る原因は、8歳以下の選手には体格の差が認められないことから資質的な要因を排除できる。その上で、運動によるエネルギーの過剰消費と不十分な栄養素摂取と推測される^{14,16,20,21)}。内不踏長と母趾外反角度が大きな値を示す原因は、RGに特有の動作である「ルルベ(『トウ立ち』とも呼ばれる)」に対する適応的変形と推察される。ルルベは、左足の母趾球で全体重を支えて立って脚から頭頂まで一直線に維持するRGの基本姿勢である。RGでは、この姿勢を崩さずに各種の手具を正確に操作することが求められる。

光学スキャンによる3次元計測では、外反母趾の成因と目されている第一中足骨の形態の直接計測ができないが⁴⁻⁵⁾、本論の4測定項目(足幅、足囲、内不踏長と舟状骨点・中足骨頭点間長)は、第一中足骨の形態を反映している数値と考えられる。本研

究では、RGJの足趾が高率で外反している左足の足幅と舟状骨点・中足骨頭点間長には、RGJと一般児童・生徒の値との間に顕著な差は見られなかったが、左の内不踏長は、同年齢の一般児童・生徒の値よりRGJの方が有意に長いことを示した。左の舟状骨点・第一中足骨頭点間長とその足長比（舟状骨点・中足骨頭点間長を足長で割って100をかけた数字）は、RGJと一般児童・生徒との間に有意差は見られなかったが、右足の両値には差が認められた。左足の舟状骨点・中足骨頭点間長と舟状骨点・中足骨頭点間長の足長との比の差が有意でないという事は、身長や体重では劣るRGJの第一中足骨長と内側楔状骨長との和が一般の児童・生徒と同じレベルまで特異的に増大している可能性を示していると理解することができる。直接計測が容易な内不踏長は、RGJの外反母趾のリスクを知る指標として使える可能性がある。

以上のことから、内不踏長と舟状骨点・中足骨頭点間長はRGJの外反母趾で生じている第一中足骨長と内側楔状骨長との和のアンバランスな発達を示しており、Munuera et al.の整形外科を受診した外反母趾患者の所見と矛盾していない¹⁸⁾。第一中足骨長と内側楔状骨長との和は、図1に示した計測法では、足の内側アーチの低下に伴って増大するなど、ここでは触れることのできない要因を含んでいることから、今後更に厳密な検討を加える必要がある。

小学生低学年以下の子供のRG指導では、8歳頃までには痛みを訴えることなく短期間で足の変形（母趾外反角度の拡大）が生じ、結果として内不踏長が増加して行くことが分かった。足の変形は先ず、第一中足骨頭が内側に隆起する無痛のバニオンで始まり、これが保護者や指導者が最初に視認できる変形の兆候となり、次いで母趾外反角の増大が始まると考えられる。本研究は、新体操を実施している子ども達の母趾外反角度が急速に増大することを示したが、新体操の何が真の原因かを明らかにできていない。足の骨化が不十分なこの時期のRG指導に必要となる足の変形やその防止に関する情報は乏しく、実際の被害の程度も定まっているわけではない。新体操を志す選手、保護者や指導者は、いずれも母趾の外反変形を回避することを望んでいると理解している。RGJでは、予想以上に低い年齢から左足の母趾外反変形が始まっていることから、この年代では足全体をバランスよく発達させる練習メニューを取り入れる必要があるとそうだと考えている。足の変形に関与する要因と新体操の練習内容とに関して科学的な証拠に基づいた知識を収集し、足

の変形による競技上と競技引退後の不都合とを減じることによって新体操競技に貢献できると考えている。

5. 謝 辞

本研究は、筑波大学大学院博士前期課程（体育学専攻）の研究プロジェクトとして実施した。日本人児童・生徒のデータを提供していただいた日本学校保健会と日本教育シューズ協議会並びに計測に協力していただいた10,155人の児童・生徒とこの測定事業を支えていただいた学校関係者に感謝します。最後に、茨城県下の新体操クラブの105名の選手の皆さんと茨城県新体操協会の松本弘子先生の協力を感謝します。

文 献

- 1) Badekas T, Papadakis SA, Vergados N, et al. (2009): Foot and ankle injuries during the Athens 2004 Olympic Games. *J Foot Ankle Res.* 2: 9.
- 2) Caine CG, Garrick JG. (1996): Dance. In *Epidemiology of Sports Injuries*. Eds. Caine DJ, Caine CG, Lindner KJ, pp. 124-160. Human Kinetics Publishers, Inc., Champaign, IL, USA.
- 3) Cho NH, Kim S, Kwon D-J, et al. (2009): The prevalence of hallux valgus and its association with foot pain and function in a rural Korean community. *J Bone Joint Surg.* 91(4): 494-498.
- 4) Coughlin JM, Jones CP. (2007): Hallux valgus and first ray mobility. A prospective study. *J Bone Joint Surg Am.* 89(9): 1887-1898.
- 5) 江口篤壽、井口傑、伊藤孝子他（2009）：足の健康と靴のしおり。財団法人日本学校保健会、東京。
- 6) Frey C, Thompson F, Smith J. (1995): Update on women's footwear. *Foot Ankle Int.* 16: 328-331.
- 7) Grabara M. (2008): Influence of football training on alignment of the lower limbs and shaping of the feet. *Human Movement.* 9: 46-50.
- 8) Hardy RH, Clapham JCR. (1951): Observations on hallux valgus. Based on a controlled series. *J Bone Joint Surg.* 33B: 376-391.
- 9) Hong K, Tao H. (2003): Deformity of hallux valgus in rhythmic gymnastics players. *Liaoning Sport Science and Technology.* 25(2): 10-11.
- 10) Hong W, Min W, Wu WZ. (2003): Statistic analysis of action (jump, relevé, pivot or turn) time in Chinese elite rhythmic gymnasts [abstract]. *Chinese Journal of Sports Medicine.* 22(4).

- 11) Jenkins DW, Cooper K, O'Connor R, et al. (2011): Prevalence of podiatric conditions seen in Special Olympics athletes: structural, biomechanical and dermatological findings. *Foot*. 21:15-25.
- 12) Kennedy GJ, Hodgkins WC, Colombier JA, et al. (2007): Foot and ankle injuries in dancers. *International Sport Med Journal*. 8(3):141-165.
- 13) 城戸正博、桜井実、田沼正司、石川隆、島津晃、大久保護、井形高明、石塚忠雄、正畑巧治、安藤正章、北川忠武、松川宏 (1992) : 子どもの外反母趾 - 年齢群別発生頻度と足形について -. 靴の医学 6: 60-63.
- 14) Komanthi K, Theodosios E, Apostolos S. (2012): Eating disorders in the world of sport: the experiences of rhythmic gymnasts. *Biology of Exercise*. 8(2):19-31.
- 15) Menz HB, Roddy E, Thomas E, et al. (2011): Impact of hallux valgus severity on general and foot-specific health related quality of life. *Arthritis Care Res*. 63(3):396-404.
- 16) Michopoulou E, Avloniti A, Kambas A, et al. (2011): Elite premenarcheal rhythmic gymnasts demonstrate energy and dietary intake deficiencies during periods of intense training. *Pediatric Exerc Sci*. 23:560-572.
- 17) Motta-Valencia K. (2006): Dance-related injury. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 17: 697-723.
- 18) Munuera VP, Polo J, Rebollo J. (2008): Length of the first metatarsal and hallux in hallux valgus in the initial stage. *Int Orthop*. 32: 489-495.
- 19) Nix S, Smith M., Vicenzino B. (2010): Prevalence of hallux valgus in the general population: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*. 3:21-30.
- 20) Nordin SM, Harris G, Cumming J. (2003): Disturbed eating in young, competitive gymnasts: differences between three gymnastics disciplines. *Euro J Sports Sci*. 3(5): 1-14.
- 21) Okano G, Holmes RA, Mu Z, et al. (2005): Disordered eating in Japanese and Chinese female runners, rhythmic gymnasts and gymnasts. *Int J Sports Med*. 26(6): 486-491.
- 22) Piggott H. (1960): The natural history of hallux valgus in adolescence and early adult life. *J Bone Joint Surg*. 42B: 749-760.
- 23) Stirling AE, Cruz LC, Kerr GA. (2012): Influence of retirement on body satisfaction and weight control behaviors: perceptions of elite rhythmic gymnasts. *Journal of Applied Sport Psychology*. 24(2): 129-144.
- 24) Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, et al. (2002): A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *Br J Sports Med*. 36(2): 95-101.
- 25) Yahara H, Higuma N, Fukui Y, et al. (2005): Estimation of anatomical landmark positions from model of 3-dimensional foot by the FFD method. *Systems and Computers in Japan*. 36(6): 26-38.
- 26) Zetaruk MN, Violan M, Zurakowski D, et al. (2006): Injuries and training recommendations in elite rhythmic gymnastics. *Apunts Medicina del' Esport*. 151: 100-106.