

原著論文

幼児期における足部舟状骨高と運動能力の関係

Relationship between foot navicular height and motor ability in preschool children

秋武 寛¹⁾ 鉄口 宗弘²⁾ 三村 寛一³⁾

Hiroshi Akitake¹⁾ Munehiro Tetsuguchi²⁾ Kan-ichi Mimura³⁾

Abstract

Objective: The purpose of this study was to investigate the relationship between foot navicular height and motor ability in preschool children. **Methods:** Seventy-four (42 girls and 32 boys) 4- and 5-year-old children participated in this study. Foot geometry was measured by a three-dimensional foot-measuring device (INFOOT 2). Motor ability was assessed using six activities: 25m sprint, standing broad jump, tennis ball throw, two-legged continuous jump over, body support duration, and ball catch. Their performance in each activity was rated on a 5-point scale (1–5), as outlined in a previous Japanese study. **Results and Discussion:** Foot navicular height ratio was 11.0 ± 1.1 % in the 4-year-old girls, 11.2 ± 1.3 % in the 5-year-old girls, 12.4 ± 1.4 % in the 4-year-old boys, and 12.0 ± 1.6 % in the 5-year-old boys. Foot navicular height ratio in the 4-year-old boys was significantly higher than the 4-year-old girls ($p < 0.01$). Partial correlation analysis between foot navicular height and motor ability, controlling for gender and age, showed no significant correlation. **Conclusion:** These findings suggest that foot navicular height is not related to motor ability with developmental growth and development in preschool children.

キーワード：足部舟状骨，内側縦アーチ，扁平足，足長，3次元足形計測
foot navicular bone, medial longitudinal arch, flat feet, foot length,
three-dimensional foot measuring

I. 緒 言

ヒトの足部は，身体のバランスを保ちながら立位姿勢や二足歩行を行っている。足部は，生後足部の骨の形成が完成するまでに時間を要し，

豊富な脂肪組織や靱帯弛緩のためほぼすべてが扁平足である（Müller et al., 2012；Chen et al., 2011；近藤ほか，2005；原田ほか，1995）。扁平足とは，内側縦アーチ構造が低下あるいは消

1) 西南学院大学 人間科学部 児童教育学科

Department of Childhood Education, Faculty of Human Sciences, Seinan Gakuin University, Fukuoka, Japan

2) 大阪教育大学 教育学部
表現活動教育系保健体育部門

Division of Art, Music, and Physical Education, Department of Health and Physical Education, Osaka Kyoiku University, Osaka, Japan

3) 滋慶医療科学大学 医療管理学研究科

Graduate School of Medical Safety Management, Jikei University of Health Care Science, Osaka, Japan

失した状態をいい、足底全体あるいはその大部分が接地している（近藤ほか，2005；Kanatli et al., 2001）。扁平足は、本来臨床や医学の分野で足部に X 線を照射させて評価している（Uden et al., 2017）。しかしながら、子どもの足部に X 線を照射することは少量でも被ばくすることが懸念される。そのため扁平足の評価は、これまで footprint 法を用いて Clarke's angle 法、Staheli arch index, Arch index, 平澤ラインなどで評価されてきた（Clarke, 1959；Staheli et al., 1987；Cavanagh, 1987；平澤, 1978）。Footprint 法を用いた足の構造の研究では、従来から足裏面に墨汁を塗る墨汁法、アルミ粉末法などがある。墨汁法、アルミ粉末法の足部評価では、土踏まずの部位が測定面上に一度付着すると扁平足と評価されるという欠点がある。また臨床的には、扁平足ではないものの土踏まずの部位の筋肉が発達して測定面に接地し扁平足として評価される問題点も指摘されている（Evans et al., 2008；Mortazavi et al., 2007；Rodriguez et al., 1999；Khodadadeh and Welton, 1992；Khodadadeh and Welton, 1993；Nigg et al., 1993；山田ほか，1983；根本，1966）。このようなことから Clarke's angle 法、Staheli arch index, Arch index などは、足部の内側縦アーチ構造を必ずしも反映したものではないという指摘がある（Hawes et al., 1992）。そこで舟状骨高を評価することは、構造的に内側縦アーチを直接的に反映し、より適切な評価ができるようになった（Waseda et al., 2014）。

足部舟状骨は、アーチ構造を支持する中心的な役割があり、足部舟状骨高は足部の支持性や力の伝達効率に関与する可能性があることが考えられる。さらに足部の内側アーチ構造の低下は、足部の支持性低下を招き、運動機能に影響を及ぼす可能性がある。よって扁平足は、一般的に疼痛がある、運動能力が低い、ケガのリスクが高いと信じられている（Kulthanan et al., 2004；Lin et al., 2001；Cowan et al., 1993）。Tudor et al. (2012) や Lin et al. (2001) は、臨床的に成人の扁平足は、様々な問題を引き起こすことを報告している。一方で扁平足は、臨床的に過度の

治療は必要ないという報告もある（Evans et al., 2008；Mortazavi et al., 2007；Rodriguez et al., 1999；Nigg et al., 1993；Khodadadeh and Welton, 1993；Khodadadeh and Welton, 1992）。幼児の扁平足と運動能力との関係において扁平足の幼児は、運動能力が低いとする報告もあれば（Lin et al., 2001；Nachbauer and Nigg, 1992）、両者に関係は認められなかったとする報告もある（Wasiluk et al., 2023；秋武ほか，2016；原田ほか，1995）。扁平足と運動能力との関係の報告が存在するものの幼児を対象とした足部舟状骨高と運動能力の関係の研究は、限定的である。上述する Arch index などの指標は、足部の内側縦アーチ構造を必ずしも反映したものとはいえず、より直接的に評価することが課題である。以上のことから、幼児における足部舟状骨高と運動能力の関係を明らかにすることは、発育段階に応じた足部の構造や機能の理解に貢献することが期待できる。

そこで本研究では、幼児期における足部舟状骨高と運動能力の関係を明らかにすることを目的とした。

Ⅱ. 方 法

1. 対 象

対象は、4, 5 歳の幼児 74 名（女児 42 名，男児 32 名）とした。Table 1 は、対象の身体的特徴を示した。形態測定において身長は 0.1 cm 単位で体重は 0.1 kg 単位で計測した。得られた値から Body mass index（以下 BMI）を算出した。BMI の算出式は、以下に示した。

$$\text{BMI} = \text{Body weight (kg)} / \text{Body height (m)}^2$$

本研究は、びわこ成蹊スポーツ大学研究倫理専門委員会にて研究倫理審査を受け、承認（成ス第 73 号）を得て実施した。対象の子どもおよび保護者には、本研究の趣旨を説明し、測定の目的と意義、個人情報保護、利益、不利益、侵襲、安全管理、データの公表について説明を行い、保護者から書面にて署名、捺印を頂き、同意を頂いた子どもを対象とした。

2. 足部形状の測定

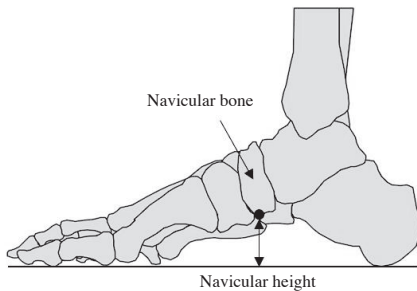


Figure 1 Definition of foot navicular height

足部形状の測定は、三次元足形計測装置 INFOOT 2 (I-Ware Laboratory 社製 IFU2-S-01, 大阪, 日本) を用いて取得した。INFOOT 2 は、ヒトの足部形状とその解剖学的寸法を計測する光学三次元計測装置であった。計測時間は 2 秒程度であり、計測したデータはケーブルで PC に保存された。対象は、測定機器の台上に裸足で立位の両足加重になるように眼前約 2 m の指標を注視し、できるだけ動かないようにリラックスして直立した。足部形状の測定は、測定者が計測した時から 2 秒程度で測定しているために測定者ができるだけ動いていない安定した状態を測定する必要がある。測定者は、対象が両足均等に体重をかけた状態を確認し測定した。足部形状の測定は、熟練した製造業者の測定員および大学教員が実施した。足長は、踵点から第一指指先点までの距離を計測した。対象には、足部の解剖学的計測点に基づき、足部舟状骨下端に測定機器の製造会社が推奨している直径 5 mm のランドマークを貼付し測定した。足部舟状骨高は、足部舟状骨下端から地面まで距離を計測した (Figure 1)。足部舟状骨高は、子どもによって足のサイズが異なることから相対値で評価することを推奨しているため足長で除して正規化を行った (Waseda et al., 2014)。足部舟状骨高の割合の算出式は、以下に示した。

$$\text{Foot navicular height ratio (\%)} = (\text{Navicular height (mm)} / \text{foot length (mm)}) \times 100$$

3. 運動能力の測定

運動能力の測定は、25m 走、立ち幅跳び、硬

式テニスボール投げ、両足連続跳び越し、体支持持続時間、捕球の 6 種目を実施した。運動能力総合得点は、文部科学省の「幼児の運動能力調査」を使用し、性別と月齢を考慮に入れて各種目 1 点から 5 点で点数化し、6 種目の合計した得点を運動能力総合得点とした (文部科学省, 2012)。

4. 統計処理

統計処理は、IBM 社製の SPSS Statistics version. 29.02.0 を用いて分析を行った。すべての値は、平均値 ± 標準偏差で示した。身体的特徴、運動能力および足部形状は、二要因分散分析 (性別 × 月齢) を行い、有意な差が認められた場合は、その後の検定として Bonferroni を用いて分析した。足部舟状骨高と運動能力との関係は、性別および月齢を制御変数とした偏相関分析 (両側検定) を用いた。有意水準は、すべて 5 % 未満とした。

Ⅲ. 結果

1. 身体的特徴

Table 1 Physical characteristic of subjects

	Body height (cm)	Body weight (kg)	BMI (kg/m ²)	NH (mm)	FL (mm)	NH/FL (%)
Girls						
4 years old	106.7 (3.6)	17.1 (1.7)	15.0 (1.1)	18.8 (1.9)	170.8 (7.2)	11.0 (1.1)
5 years old	110.7 (4.4)	18.3 (1.7)	14.9 (1.0)	19.9 (2.5)	177.0 (6.7)	11.2 (1.3)
Boys						
4 years old	105.9 (5.2)	16.9 (2.4)	15.0 (1.0)	21.3 (2.5)	171.8 (11.3)	12.4 (1.4)
5 years old	113.5 (4.4)	19.3 (3.2)	14.9 (1.5)	21.7 (3.0)	180.7 (12.0)	12.0 (1.6)

BMI: Body mass index, NH: Navicular height, FL: Foot length,
NH/FL: (Navicular height/foot length) × 100

Table 1, 2 は、対象の身体的特徴および対象の身体的特徴の二要因分散分析と多重比較検定の結果を示した。足部舟状骨高は、女児 4 歳 18.8 ± 1.9 mm, 女児 5 歳 19.9 ± 2.5 mm, 男児 4 歳 21.3 ± 2.5 mm, 男児 5 歳 21.7 ± 3.0 mm を示し、男児 5 歳が女児 5 歳、男児 4 歳が女児 4 歳と比較して有意に高い値を示した ($p < 0.01$)。足長は、女児 4 歳 170.8 ± 7.2 mm, 女児 5 歳 177.0 ± 6.7 mm, 男児 4 歳 171.8 ± 11.3 mm, 男児 5 歳 180.7 ± 12.0 mm を示し、男児 5 歳が男児 4 歳と比較して有意に高い値を示した ($p < 0.01$)。足部舟状骨高 / 足長は、女児 4 歳 11.0 ± 1.1 %, 女児 5 歳 11.2 ± 1.3 %, 男児 4 歳が 12.4 ± 1.4 %, 男児 5 歳が 12.0 ± 1.6 % を示した。

Table 2 Two-way ANOVA and multiple comparison tests for age and gender in physical characteristic

	Factor	Mean square	F value	P value		Age	Gender	Interaction
Body height	Age	569.860	30.238	0.000	Main effect	***	n.s.	n.s.
	Gender	15.198	0.806	0.372	Multiple comparison	Age	G5>G4, B5>B4	
	Age*gender	56.820	3.015	0.087			n.s.	
Body weight	Age	55.594	10.153	0.002	Main effect	**	n.s.	n.s.
	Gender	2.964	0.541	0.465	Multiple comparison	Age	B5>B4	
	Age*gender	6.191	1.131	0.292			n.s.	
BMI	Age	0.097	0.072	0.790	Main effect	n.s.	n.s.	n.s.
	Gender	0.001	0.000	0.984	Multiple comparison	Age	n.s.	
	Age*gender	0.002	0.001	0.971			n.s.	
NH	Age	9.051	1.420	0.238	Main effect	n.s.	**	n.s.
	Gender	71.829	11.274	0.001	Multiple comparison	Age	n.s.	
	Age*gender	1.594	0.250	0.619			B5>G5, B4>G4	
FL	Age	896.353	10.286	0.002	Main effect	**	n.s.	n.s.
	Gender	85.231	0.978	0.327	Multiple comparison	Age	B5>B4	
	Age*gender	28.591	0.328	0.569			n.s.	
NH/FL	Age	0.000	0.057	0.812	Main effect	n.s.	**	n.s.
	Gender	0.020	9.478	0.003	Multiple comparison	Age	n.s.	
	Age*gender	0.000	0.663	0.419			B4>G4	

Significantly difference: ** $p<0.01$, *** $p<0.001$, n.s.: no significant, BMI: Body mass index,NH: Navicular height, FL: Foot length, NH/FL: (Navicular height/foot length) $\times$ 100, 4 years old girls: G4, 5 years old girls: G5, 4 years old boys: B4, 5 years old boys: B5

男児 5 歳 12.0 ± 1.6 % を示し、男児 4 歳が女児 4 歳と比較して有意に高い値を示した ($p<0.01$).

2. 運動能力

Table 3, 4 は、運動能力および運動能力の二要因分散分析と多重比較検定の結果を示した。運動能力総合得点は、女児 4 歳 21.7 ± 3.4 点、女児 5 歳 19.2 ± 3.2 点を示し、女児 4 歳が女児 5 歳と比較して有意に高い値を示した ($p<0.05$).

Table 3 Changes of motor ability in preschool children

Gender	Age	25m sprint	Standing broad jump	Ball throw	Two-legged continuous jump over	Body support duration	Ball catch	The total fitness score
		(sec)	(cm)	(m)	(sec)	(sec)	(frequency)	(scores)
Girls	4 years old	6.5 (0.6)	93.0 (13.4)	5.7 (2.3)	4.8 (0.6)	37.2 (18.6)	6.6 (2.2)	21.7 (3.4)
	5 years old	6.5 (0.4)	102.1 (12.4)	6.0 (1.1)	4.7 (0.7)	39.7 (23.5)	8.1 (1.7)	19.2 (3.2)
Boys	4 years old	6.5 (0.6)	100.4 (12.6)	5.8 (2.1)	5.1 (0.7)	36.6 (19.0)	6.8 (2.2)	19.9 (3.3)
	5 years old	5.9 (0.4)	118.4 (8.9)	8.7 (3.0)	4.5 (0.9)	44.7 (22.5)	8.6 (1.8)	19.9 (3.3)

3. 性別および月齢を制御変数とした足部舟状骨高と運動能力の偏相関関係

Table 5 は、性別および月齢を制御変数とし

た足部舟状骨高と運動能力の偏相関関係を示した。足部舟状骨高は、運動能力と偏相関関係は認められなかった。

Table 5 Partial correlations (adjusted for age and gender) between NH/FL and motor ability in preschool children

	25m sprint	Standing broad jump	Ball throw	Two-legged continuous jump over	Body support duration	Ball catch	The total fitness score
NH/FL	-0.005	-0.233	-0.097	-0.075	-0.240	-0.010	-0.069

Values are correlations (r).

NH/FL: (Navicular height/foot length) $\times$ 100

IV. 考 察

ヒトは、身体のバランスを保ちながら静的な立位姿勢や動的な二足歩行を行っている。ヒトが生まれた時の足は、豊富な脂肪組織や靱帯弛緩のためほぼすべての足が扁平足である (Evans et al., 2008 ; Gilmour et al., 2001)。扁平足は、本来臨床や医学の分野で評価され、X 線で足の構造を照射させて評価している (Uden et al.,

Table 4 Two-way ANOVA and multiple comparison tests for age and gender in motor ability

	Factor	Mean square	F value	P value		Age	Gender	Interaction
25m sprint	Age	1.380	4.408	0.039	Main effect	*	*	*
	Gender	1.628	5.201	0.026	Multiple comparison	Age	B5>B4	
	Age*gender	1.680	5.368	0.023	Gender	B5>G5		
Standing broad jump	Age	3355.128	22.903	0.000	Main effect	***	***	n.s.
	Gender	2550.671	17.412	0.000	Multiple comparison	Age	G5>G4, B5>B4	
	Age*gender	361.097	2.465	0.121	Gender	B5>G5		
Ball throw	Age	46.359	8.973	0.004	Main effect	**	**	*
	Gender	37.201	7.200	0.009	Multiple comparison	Age	B5>B4	
	Age*gender	33.584	6.500	0.013	Gender	B5>G5		
Two-legged continous jump over	Age	2.177	3.355	0.071	Main effect	n.s.	n.s.	n.s.
	Gender	0.035	0.054	0.817	Multiple comparison	Age	n.s.	
	Age*gender	0.862	1.328	0.253	Gender	n.s.		
Body support duration	Age	507.322	1.134	0.291	Main effect	n.s.	n.s.	n.s.
	Gender	82.150	0.184	0.670	Multiple comparison	Age	n.s.	
	Age*gender	143.586	0.321	0.573	Gender	n.s.		
Ball catch	Age	51.478	12.434	0.001	Main effect	**	n.s.	n.s.
	Gender	2.127	0.514	0.476	Multiple comparison	Age	G5>G4, B5>B4	
	Age*gender	0.473	0.114	0.736	Gender	n.s.		
The total fitness score	Age	27.603	2.465	0.121	Main effect	*	n.s.	n.s.
	Gender	5.264	0.470	0.495	Multiple comparison	Age	G4>G5	
	Age*gender	27.955	2.496	0.119	Gender	n.s.		

Significantly difference: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$, n.s.: no significant, BMI: Bodymass index, NH: Navicular height, FL: Foot length, NH/FL: (Navicular height/foot length) $\times$ 100, 4 years old girls: G4,

5 years old girls: G5, 4 years old boys: B4, 5 years old boys: B5

2017). 扁平足は、内側縦アーチが低下あるいは消失した状態をいい、足底全体やその大部分が接地していることである。Footprint の測定は、土踏まずの部位が測定面上に一度付着すると扁平足と評価されるという欠点があった。また臨床的には、扁平足ではないものの土踏まずの部位の筋肉が発達して測定面に接地し扁平足と評価される問題点も指摘されている (Evans et al., 2008 ; Mortazavi et al., 2007 ; Rodriguez et al., 1999 ; Khodadadeh and Welton, 1992 ; Khodadadeh and Welton, 1993 ; Nigg et al., 1993 ; 山田ほか, 1983 ; 根本, 1966)。そこで舟状骨高を評価することは、構造的に内側縦アーチを直接的に反映し、より適切な評価が期待できるようになった (Waseda et al., 2014)。本研究では、近年開発されたヒトの足部形状とそ

の解剖学的寸法を計測する光学三次元計測装置を用いて足部舟状骨高を評価した点に特長がある。さらに幼児の足部舟状骨高と運動能力の関係を検討した点に意義があると考ええる。

日本人の 6 歳から 18 歳を対象にした足長の調査では、加齢とともに大きくなりおおそ男子が 14 歳、女子が 13 歳でプラトウを向かえる (Waseda et al., 2014)。1 歳から 13 歳のドイツ人を対象とした研究において Müller et al. (2012) は、性別に分けて報告していないものの 4 歳の足長が 167.4 mm, 5 歳の足長が 177.1 mm であることを報告している。Abe et al. (2018) は、4 ~ 5 歳の日本人幼児を対象に男児の足長が 168 mm ~ 178 mm, 女児が 165 mm ~ 178 mm であったことを報告している。本研究の足長は、女児 4 歳 170.8 ± 7.2 mm, 5 歳 177.0 ± 6.7 mm,

男児 4 歳 171.8 ± 11.3 mm, 5 歳 180.7 ± 12.0 mm を示した. 2 歳から 6 歳の子どもの足部舟状骨高は, $15.7 \sim 27.0$ mm であった (Chang et al., 2012). 本研究の足部舟状骨高は, 女児 4 歳 18.8 ± 1.9 mm, 女児 5 歳 19.9 ± 2.5 mm, 男児 4 歳 21.3 ± 2.5 mm, 男児 5 歳 21.7 ± 3.0 mm を示した. よって本研究の幼児の足長および足部舟状骨高は, 足部舟状骨高が他の先行研究と比較して若干低いもののこれまでの幼児の足長および足部舟状骨高と同様の結果が示された. 本研究で得られた結果は, これらの先行研究の報告とほぼ一致し, 日本人幼児の足部舟状骨の発育が進む時期であることを支持する.

小学校児童の足部舟状骨高 / 足長においては, 小学校 1 年生 13.9 % ~ 6 年生 14.1 % であった (Waseda et al., 2014). Chang et al., (2012) は, 2 歳から 6 歳の子どもの足部舟状骨高は, $15.7 \sim 27.0$ mm であったことを報告しているものの足部舟状骨 / 足長を明らかにしていない (Chang et al., 2012). 本研究の幼児の足部舟状骨高 / 足長は, 女児 4 歳 11.0 ± 1.1 %, 女児 5 歳 11.2 ± 1.3 %, 男児 4 歳 12.4 ± 1.4 %, 男児 5 歳 12.0 ± 1.6 % を示し, 男児 4 歳が女児 4 歳と比較して有意に高い値を示した ($p < 0.01$). 幼児の足部舟状骨高 / 足長は, 明らかになっていないもののこれらの小学校児童を対象にした足部舟状骨高 / 足長と比較して平均的な発育であることが推察される.

幼児の運動能力は, 全国の大規模調査の結果が公表されている (森ほか, 2010). その調査と比較すると男児 4, 5 歳のボール投げ, 男女児 5 歳の体支持持続時間が先行研究と比較して低い傾向を示した. しかし女児 4 歳の 25m 走, 男女児の両足連続飛び越し, 4 歳女児の運動能力総合得点が高い傾向を示した. その他の運動種目は, 総じて平均的な値を示した. この結果は, 25m 走や両足連続跳び越しにおいて一般的に足部の内側縦アーチ構造が, 足部の力の伝達効率に関与していることが推察される.

Waseda et al., (2014) は, 子どもによって足のサイズが異なることから相対値で評価するために足部舟状骨高を足長で除して正規化するこ

とを推奨している. 足部舟状骨高を足長で除して正規化することは, 足のサイズが発育発達段階によって異なる子どもの本来の足の構造の本質的なものを検討できることに意義がある. そこで本研究でも同様に足部舟状骨高を足長で除して足部舟状骨高と運動能力の関係を検討した. 我々は, 足部舟状骨高が高い幼児ほど運動能力が高いと予想していた. しかし本研究では, 足部舟状骨高 / 足長と運動能力の間には, 偏相関関係が認められなかった. 下肢の筋活動量が少ない子どもは, 扁平足であり運動能力が低い可能性があることを報告している (Khodadadeh et al., 1993). 幼児の扁平足と運動能力との関係において扁平足の幼児は, 運動能力が低いとする報告もあれば (Lin et al., 2001; Nachbauer and Nigg, 1992), 両者に関係は認められなかったとする報告もある (Wasiluk et al., 2023; 秋武ほか, 2016; 原田ほか, 1995). また小学生児童の足部舟状骨高は, 足長を除いて足部舟状骨高の正規化すると発育を通して違いがないことが報告されている (船渡ほか, 2021). 幼児期では, 内側縦アーチ構造がまだ発育過程であり, 足部舟状骨の機能的特性が十分に発現していない可能性が考えられる. また幼児の運動能力は, 筋力, 協調性, 体格, 栄養, 骨の成長など複数の因子によって影響を受けるため足部舟状骨高単独では説明しきれない可能性がある. また足部舟状骨高は, 発育中の舟状骨形態が影響している可能性も指摘されている (Evans et al., 2003). これらのことを総合的に鑑みると幼児期の足部舟状骨高は, 足部舟状骨高が運動能力の主要な決定因子ではない可能性が示唆された. これらの結果は, 幼児期の足部舟状骨高と運動能力の関係に関する新たな知見となることが考えられる.

本研究の意義は, 今後, 足部の内側縦アーチをスクリーニングするための基礎的な資料となるだろう. また足部の三次元パラメータは, 足部の機能や構造の異常を判断するため臨床的な基礎資料となることが考えられる. 足部舟状骨高が高い幼児は, 運動能力が高いと予想していた. よって今後の研究課題は, 小学校児童期以

降で足部舟状骨高が高い児童ほど運動能力が高くなる時期があるのではないかとという研究仮説を立て検証していく必要がある。本研究の限界は、足部舟状骨高と運動能力との関係において幼児の足部形状の評価について足部舟状骨高および足長を用いた検討のみであった。臨床実践において幼児期の足部は、発育が著しい時期であるために足囲、足幅、踵幅、角度など様々な視点から検討をする必要がある。また幼児期の足部は、運動能力だけではなく身体の形態、身体活動量、睡眠など様々な指標から調査していることが望まれる。

V. 結 論

本研究は、幼児期における足部舟状骨高と運動能力の関係を明らかにすることを目的とし、以下の知見を得た。

1. 足部舟状骨高は、女児4歳 18.8 ± 1.9 mm, 女児5歳 19.9 ± 2.5 mm, 男児4歳 21.3 ± 2.5 mm, 男児5歳 21.7 ± 3.0 mm を示し、男児5歳が女児5歳、男児4歳が女児4歳と比較して有意に高い値を示した ($p < 0.01$)。足長は、女児4歳 170.8 ± 7.2 mm, 女児5歳 177.0 ± 6.7 mm, 男児4歳 171.8 ± 11.3 mm, 男児5歳 180.7 ± 12.0 mm を示し、男児5歳が男児4歳と比較して有意に高い値を示した ($p < 0.01$)。足部舟状骨高 / 足長は、女児4歳 11.0 ± 1.1 %, 女児5歳 11.2 ± 1.3 %, 男児4歳 12.4 ± 1.4 %, 男児5歳 12.0 ± 1.6 % を示し、男児4歳が女児4歳と比較して有意に高い値を示した ($p < 0.01$)。
2. 性別および月齢を制御変数とした足部舟状骨高と運動能力の偏相関関係は、関係が認められなかった。

以上のことより、幼児期における足部舟状骨高は、足部舟状骨高が運動能力の主要な決定因子ではない可能性が示唆された。

利益相反自己申告：共著者全員が利益相反はない。

引用文献

- Abe, K., Mimura, T., Akitake, H., and Mimura, K. (2017) The relationship between planter arch and motor ability in children aged 0 to 12. *Education and Health Science*, 63: 167-174.
- 秋武 寛・安部恵子・三村寛一 (2016) 4-12 歳の加齢にともなう接地足跡の形成、運動能力、肥満の関連. *発育発達研究*, 79: 1-10.
- Cavanagh, P. R. and Rodgers, M. M. (1987) The arch index: a useful measure from footprints. *J. Biomechanics*, 20: 547-551.
- Chang, H. W., Lin, C. J., Kuo, L. C., Tsai, M. J., Chieh, H. F., and Su, F. C. (2012) Three-dimensional measurement of foot arch in preschool children. *Biomed Eng Online*, 11: 76.
- Chen, K. C., Yeh, C. J., Kuo, J. F., Hsieh, C. L., Yang, S. F., and Wang, C. H. (2011) Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children. *Eur J Pediatr*, 170: 611-617.
- Clarke, H. (1959) Application of measurement to health and physical education. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J., 172-173.
- Cowan, D. N., Jones, B. H., and Robinson, J. R. (1993) Foot morphologic characteristics and risk of exercise-related injury. *Arch Fam Med*, 2: 773-777.
- Evans, A. M. (2008) The flat-footed child- to treat or not to treat. What is the clinician to do?. *J Am Pediatr Med Assoc.*, 98: 386-393.
- Evans, A. M., Scutter, S. D., and Iasiello, H. (2003) Measuring the paediatric foot-a criterion validity and reliability study of navicular height in 4-year-old children. *The Foot*, 13: 76-82.
- 船渡和男・平野智也・角田直也 (2021) 小学校児童の発育に伴う歩容および足部内側縦アーチ構造の変化. *国士舘大学体育研究所報*, 40: 25-31.
- Gilmour, J. C. and Burns, Y. (2001) The measurement of the medial longitudinal arch in

- children. *Foot Ankle Int*, 22: 493-498.
- 原田碩三・長谷川勝一・坂下喜佐久 (1995) 幼児の運動能力と足の発達. *教育医学*, 40: 175-180.
- Hawes, M. R., Nachbauer, W., Sovak, D., and Nigg, B. M. (1992) Footprint parameters as a measure of arch height. *Foot and ankle*, 13: 22-26.
- 平澤弥一郎 (1978) 足のうらをはかる. ポプラ社, 東京, 61-62.
- Kanatli, U., Yetkin, H., and Cila, E. (2001) Footprint and Radiographic analysis of the feet. *Pediatr Orthop*, 21: 225-228.
- Khodadadeh, S. and Welton, E. A. (1993) Gait studies of patients with flat feet. *The Foot*, 3: 189-193.
- Khodadadeh, S. and Welton, E. A. (1992) Force plate readings of flat foot patients. *J Hum Mov Stud.*, 23: 95-102.
- 近藤高明・平野幸伸・堀容子・鈴木重行・三浦弥生・塩沢まゆみ・小林あゆみ・伊藤美香・新宅幸憲 (2005) 小中学生の footprint を用いた扁平足の評価と骨密度との関連. *社会医学研究*, 23: 1-8.
- Kulthanan, T., Techakampuch, S., and Donphongam, N. (2004) A study of footprints in athletes and non-athletic people. *J Med Assoc Thai.*, 87: 788-793.
- Lin, C. J., Lai, K. A., Kuan, T. S., and Chou, Y. L. (2001) Correlating factors and clinical significance of flexible flatfoot in preschool children. *J Pediatr. Orthop.*, 21: 378-382.
- 文部科学省 (2012) 体力向上の基礎を培うための幼児期における実践活動の在り方に関する調査研究報告書 > 第3章 1. 調査実施要領と調査結果
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/sports/detail/_icsFiles/afiedfile/2011/04/07/1304379_1.pdf. (参照日 2020 年 5 月 18 日)
- 森司朗・杉原隆・吉田伊津美・筒井清次郎・鈴木康弘・中本浩揮・近藤充夫 (2010) 2008 年の全国調査からみた幼児の運動能力. *体育の科学*, 60: 56-66.
- Mortazavi, S. M. J., Espandar, R., and Baghdadi, T. (2007) Flatfoot in children: how to approach. *Iran J ped.*, 17: 163-170.
- Müller, S., Carlsohn, A., Müller, J., Baur, H., and Mayer, F. (2012) Static and dynamic foot characteristics in children aged 1-13 years: a cross-sectional study. *Gait & posture*, 35: 389-394.
- Nachbauer, W. and Nigg, B. M. (1992) Effects of arch height of the foot on ground reaction forces in running. *Med Sci Sports Exerc.*, 24: 1264-1269.
- 根本芳男 (1966) 幼児の接地足蹠发育变化に関する研究. *体育学研究*, 11: 100-115.
- Nigg, B. M., Cole, G. K., and Nachbauer, W. (1993) Effects of arch height of the foot on angular motion of the lower extremities in running. *J Biomech.*, 26: 909-916.
- Rodriguez, A. G., Jimenez, F. M., Varo, M. C., Gracia, E. G., Aracena, J. G., and Crehuet, J. F. (1999) Flexible flat feet in children: a real problem?. *Pediatrics*, 103: e84.
- Staheli, L. T., Chew, D. E., and Corbett, M. (1987) The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. *Bone Joint Surg. Am.*, 69: 426-428.
- Tudor, A., Ruzic, L., Sestan, B., Sirola, L., and Prpić, T. (2012) Flat-footedness is not a disadvantage for athletic performance in children aged 11 to 15 years. *Pediatrics*, 5: 386-392.
- Uden, H., Scharfbillig, R., and Causby, R. (2017) The typically developing pediatric foot: how flat should it be? A systematic review. *Foot Ankle Res.*, 10: 37.
- Waseda, A., Suda, Y., Inokuchi, S., Nishiwaki, Y., and Toyama, Y. (2014) Standard growth of the foot arch in childhood and adolescence-derived from the measurement results of 10,155 children. *Foot and Ankle Surgery*, 20:

208-214.

Wasiluk, A., Saczuk, J., Górniak, K., and Lichota, M. (2023) Foot arches and physical fitness of 5-year-old children. *Jornal of Education Health and Sport*, 13: 140-146.

山田耕司・根本芳男・吉澤正尹・三村寛一・飯田順一 (1983) 接地足蹠ならびに足穹隆の発育変化に関する追跡的研究. *デサントスポーツ科学*, 4: 230-240.

謝 辞

本研究の趣旨にご理解, ご協力いただきました子ども, 保護者のみなさま, 園長先生, 先生

方に, 心より感謝申し上げます. また測定や分析にあたり, ご協力いただきました学生の方々に心より感謝申し上げます. なお本研究を実施するにあたり研究助成を頂きました大阪体育学会関係者のみなさまに心より感謝申し上げます.

付 記

本研究は, 令和 4 (2022) 年度大阪体育学会研究助成を受けて実施されたものである.

(受付日 2025/3/31 受理日 2025/5/28)