

長距離ランナーのアキレス腱炎と身体的特性との関係

Relationship between Achillestendinitis and physical characteristics in long distance runners

片 平 誠 人

Makoto KATAHIRA

(保健体育講座)

(平成13年9月10日受理)

1. 緒 言

アキレス腱は踵骨腱とも呼ばれ、腓腹筋とヒラメ筋で構成される下腿三頭筋の腱であり、人体の中で最大の腱である²⁾。下腿三頭筋の機能は、主に足関節を底屈させる働きがあり、運動動作の基本でもあるジャンプやランニング時に、地面をキックするための主働筋として働く。また、ジャンプの着地時やランニングの接地時には、遠心性の収縮を起こしながら衝撃を緩衝する働きをもつ³¹⁾。

ランニングが原因で発生するスポーツ障害は、ランニング障害とも呼ばれ³⁸⁾、「ランナー膝」⁴⁵⁾に代表されるように膝関節周辺のものが多い²⁴⁾。アキレス腱炎・周囲炎は、ランニング障害の中では、ランナー膝やshin splintに次いで発生頻度が高いことが報告されており¹⁵⁾、陸上競技では特に学生競技者や実業団選手などの熟練者において発生することが多い⁴⁷⁾。

アキレス腱部のスポーツ障害は、主に筋収縮による腱への過度な牽引力が原因で発生する 경우가多く、アキレス腱炎・周囲炎、アキレス腱包炎、アキレス腱部分断裂などに分類することができるが、腱炎・周囲炎の発生頻度が最も高い²⁴⁾。

腱炎は、腱自体の炎症で、腱の小断裂、瘢痕化が主体となるものであるが、腱内に肉芽組織が形成されたり、粘液変性部がみられる腱の変性がみられる場合もある²³⁾。腱周囲炎は、腱を包むパラテノン (paratenon) と呼ばれる疎性結合組織に炎症をきたすもので、その病態としてはパラテノンの肥厚や炎症細胞の存在、腱自体との癒着などが

考えられている^{2) 27)}。腱は一般的に関節周辺などでは腱鞘によって正常な走行が保たれているが、アキレス腱の場合はこのパラテノンが腱鞘とほぼ同じ働きをしており、腱周囲炎は他の腱の腱鞘炎に相当すると考えられている。しかし、腱炎と周囲炎は、合併していることも多く、臨床的な鑑別が困難な場合が多い^{23) 25) 27) 41)}。

腱包炎は、アキレス腱の踵骨停止部付近にある滑液胞に炎症を生じるものである。腱停止部には、retrocalcaneal bursaとpostcalcaneal bursa (subcutaneal bursa) と呼ばれる滑液胞があり、腱の過剰な牽引力や、シューズとの摩擦や圧迫により炎症を起こすもので¹⁷⁾、慢性化すると変性、肥厚が生じる場合がある (図4)。特に骨の隆起が強い場合には、pump bump⁵⁾やHaglund disease^{2) 25)}と呼ばれる腫瘤を形成する場合もある。

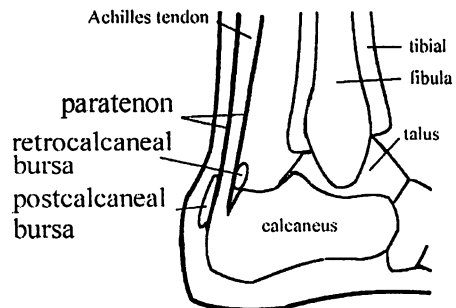


図4 アキレス腱部の解剖^{2) 15)}

腱部分断裂は、アキレス腱部のスポーツ障害では比較的希で、20～30歳代で運動レベルが比較的高い者にみられるという報告がある⁴⁾。急激に疼痛が生じるのではなく、徐々に疼痛が出現する場合もあり、腱炎や周囲炎との鑑別は困難である。萬納寺²⁵⁾は、綿密な触診により陥凹に触れられれば、部分断裂を起こしている可能性が高く、保存療法で効果がみられない場合は、手術療法が適用になることを報告している。

アキレス腱の血行は、主にパラテノン、腓腹筋の腱移行部、踵骨停止部の3つの経路からなるが、骨付着部から2～6cm近位部では血行が悪く、さらに年齢が高くなるほど血流も減少することも報告されている⁹⁾(図5)。Clementら³⁾は、腱炎・周囲炎では、急性例では約2週間、慢性例では約6週間のスポーツ活動の休止が必要であり、治癒までに平均で5週間を要することを報告している。そのため一度障害が発生すると、患部

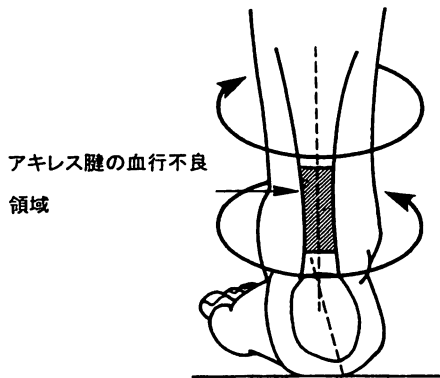


図5 アキレス腱の血行不良領域³⁾

が修復し競技に復帰するまでに長期間を要することが考えられ、障害を未然に予防することが重要である。また、萬納寺²²⁾や福岡ら⁷⁾は、腱炎・周囲炎において病巣の変性がみられる場合は、アキレス腱皮下断裂の準備状態であることを指摘しており、適切な処置が要求される。

アキレス腱部のスポーツ障害を予防する方法には、ストレッチングによる下腿三頭筋の柔軟性の獲得や、筋力の強化、下肢アライメントの矯正等が報告されている^{3) 2) 27)}。特に柔軟性との関わりや、下肢アライメントとアキレス腱部のスポーツ障害との関係についての報告は数多くみられる^{23) 26) 27) 29) 41)}。しかし、筋力については、筋力低下がその原因の一つであると報告されているが^{23) 26) 27)}、実際にアキレス腱炎経験者の筋力を測定した報告は少なく、経験者においてどのような筋力特性が見られるのか、また予防のためにはどの程度の筋力が必要なのかは、明らかにされていない部分が多い。

したがって本研究では、アキレス腱炎・周囲炎経験者と未経験者の身体的特性を比較検討し、アキレス腱炎との関連性やその発生要因について、考察することを目的とした。

II. 方法

A. 対象

被験者は、大学陸上競技部に所属する男子学生で、入学後にアキレス腱炎・周囲炎を経験したことのある5名(以下、経験群)と、経験をしたことのない7名(以下、未経験群)の合計12名を対象とした(表1)。

表1 被験者の身長、体重、年齢

		身長(cm)	体重(kg)	年齢(歳)
障害経験群(経験群)	n=5	171.8 ± 3.2	60.4 ± 2.9	20.8 ± 1.3
障害未経験群(未経験群)	n=7	170.4 ± 5.2	57.7 ± 2.5	19.7 ± 1.3

平均値±標準偏差

B. 測定方法

身体的特性の測定項目は、下腿部の等速性筋力、下肢アライメント、下腿三頭筋の柔軟性について実施した。

筋力の測定は、Loredan・Biomedical社製「LIDO」にて、膝関節90度屈曲位と膝関節伸展位の2姿勢における下腿部の等速性筋力(60、180、300 [度/秒])を測定し、ピークトルクならびに足関節背屈力と底屈力の比率(dorsi/plantar)を算出した。

アライメントの測定^{15) 46)}は、膝関節内果間距離、脛骨傾斜角、Leg-heel alignment、足アーチ高、足アーチ長について行い、足アーチに関しては、荷重時(立位)と非荷重時(座位)の2種類の値から足アーチ沈降度を算出した^{39) 42)}。

下腿三頭筋の柔軟性は、膝関節伸展位と屈曲位

の2姿勢における足関節の背屈角度を測定した^{20) 35) 37)}。

III. 結 果

A. 足関節背屈力と底屈力

ピークトルクの比較では、膝関節屈曲位での足関節底屈力において、経験群が未経験群よりも有意に高い値(左, 300[度/秒]: $p < 0.05$)であった(表2-2, 図1-1)。また、伸展位においても、経験群が未経験群よりも有意に高い値(左足, 60, 180, 300[度/秒]: $p < 0.05$, 右足, 60, 300[度/秒]: $p < 0.05$, 180[度/秒]: $p < 0.01$)であった(表2-4, 図1-2)。しかし、背屈力に関しては、両姿勢ともに有意な差はみられなかった。

表2-2 膝関節屈曲位における足関節底屈力の比較(ピークトルク)

	左足 (N.m)			右足 (N.m)		
	60(度/秒)	180(度/秒)	300(度/秒)	60(度/秒)	180(度/秒)	300(度/秒)
経験群	89.0 ± 21.3	65.0 ± 13.9	62.0* ± 12.3	89.6 ± 15.8	60.2 ± 10.9	55.2 ± 7.9
未経験群	76.0 ± 15.8	51.7 ± 8.4	46.6 ± 7.5	73.1 ± 15.9	50.0 ± 8.2	49.3 ± 8.5

*: $p < 0.05$ 平均値 ± 標準偏差

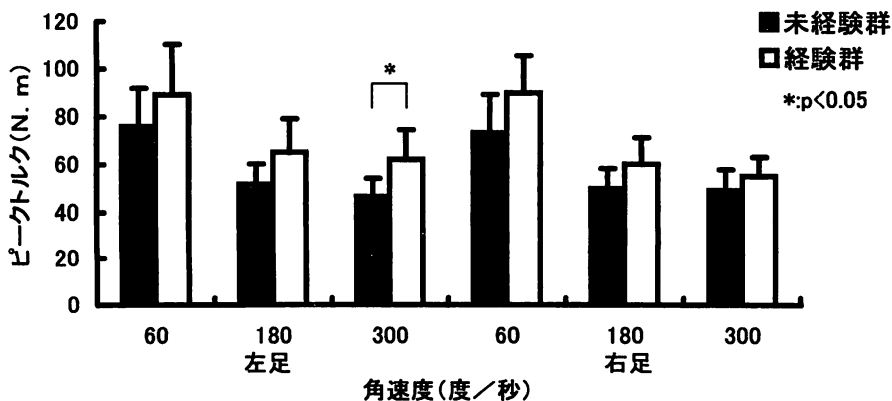


図1-1 足関節底屈力の比較(膝関節屈曲位)

表 2-4 膝関節伸曲位における足関節底屈力の比較（ピークトルク）

	左足 (N.m)			右足 (N.m)		
	60(度/秒)	180(度/秒)	300(度/秒)	60(度/秒)	180(度/秒)	300(度/秒)
経験群	104.4 ± 9.8*	67.6 ± 3.2*	60.0 ± 5.2*	110.6 ± 13.3*	72.4 ± 5.6**	63.0 ± 3.1*
未経験群	90.6 ± 6.7	55.7 ± 7.4	49.1 ± 7.5	88.4 ± 10.5	55.1 ± 7.0	50.3 ± 9.4

*:p<0.05 **:p<0.01 平均値±標準偏差

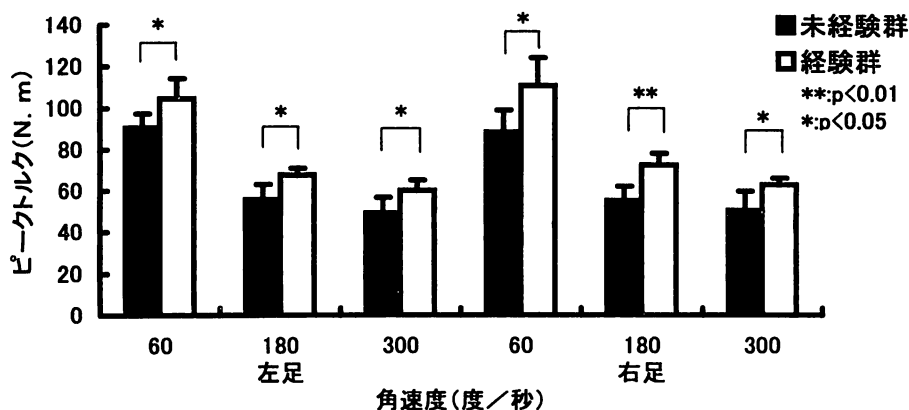


図 1-2 足関節底屈力の比較（膝関節伸展位）

また、筋力の比率（dorsi/plantar）に関しては、
膝関節伸展位において、経験群が未経験群よりも

有意に低い値（右足，60，180[度/秒]：p<0.001）であった（表 2-6，図 1-3）。

表 2-6 膝関節伸展位における足関節背屈力/底屈力の比較

	左足 (%)			右足 (%)		
	60(度/秒)	180(度/秒)	300(度/秒)	60(度/秒)	180(度/秒)	300(度/秒)
経験群	22.5 ± 3.9	27.0 ± 2.3	28.3 ± 3.6	20.8 ± 2.0***	24.9 ± 1.5***	28.7 ± 2.4
未経験群	24.9 ± 3.6	31.8 ± 5.2	34.8 ± 6.5	26.0 ± 1.7	33.4 ± 2.7	35.3 ± 5.9

***:p<0.001 平均値±標準偏差

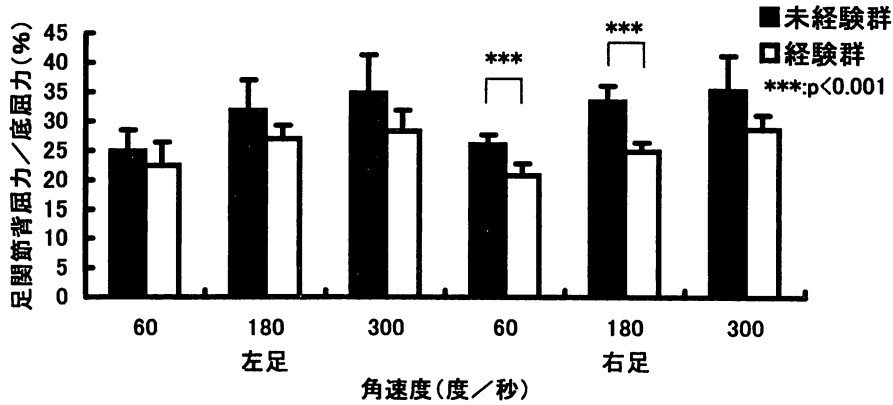


図1-3 足関節背屈力/底屈力の比較 (膝関節伸展位)

B. アライメント

アライメントでは, Leg-heel alignmentにおいて, 経験群が未経験群よりも有意に高い値 (左: $p < 0.01$, 右: $p < 0.05$) であり (表3, 図2),

立位時に足部が回内する回内足傾向が見られた。なお, 膝関節内果間距離, 脛骨傾斜角, 足アーチ沈降度においては, 有意差がみられなかった。

表3 アライメントの比較

	Leg-heel alignment (度)		足アーチ沈降度 (度)		脛骨傾斜角 (度)		膝関節内果距離 (cm)
	左足	右足	左足	右足	左足	右足	
経験群	11.8 ± 1.6**	12.1 ± 2.8*	4.6 ± 0.7	3.8 ± 1.1	11.4 ± 2.3	11.5 ± 2.1	5.5 ± 0.2
未経験群	8.3 ± 1.8	8.1 ± 1.7	3.9 ± 1.0	2.2 ± 1.2	13.3 ± 3.3	13.4 ± 1.7	4.8 ± 1.5

*: $p < 0.05$ **: $p < 0.01$ 平均値 ± 標準偏差

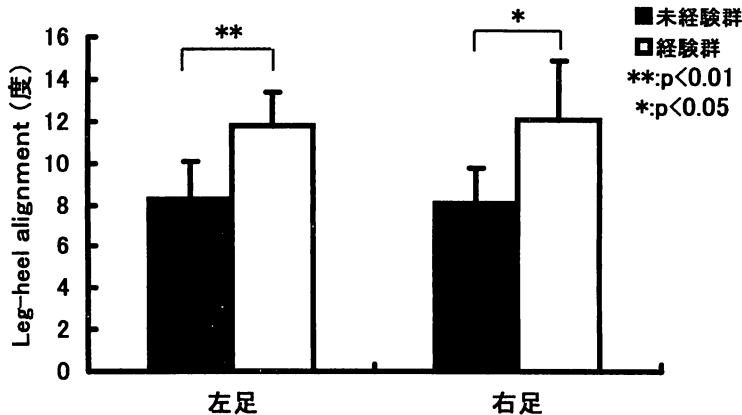


図2 Leg-heel alignmentの比較

C. 下腿三頭筋の柔軟性(足関節可動域)

下腿三頭筋の柔軟性では、膝関節伸展位において経験群が未経験群よりも有意に低い値(左足:

$p < 0.05$)であった(表4, 図3)。なお、屈曲位においては有意差はみられなかった。

表4 足関節背屈角度の比較

	膝関節伸展位(度)		膝関節屈曲位(度)	
	左足	右足	左足	右足
経験群	26.4 ± 3.9*	26.8 ± 3.9	36.4 ± 3.7	35.6 ± 4.4
未経験群	31.9 ± 4.3	33.4 ± 4.1	38.0 ± 6.0	40.9 ± 5.0

*: $p < 0.05$ 平均値 ± 標準偏差

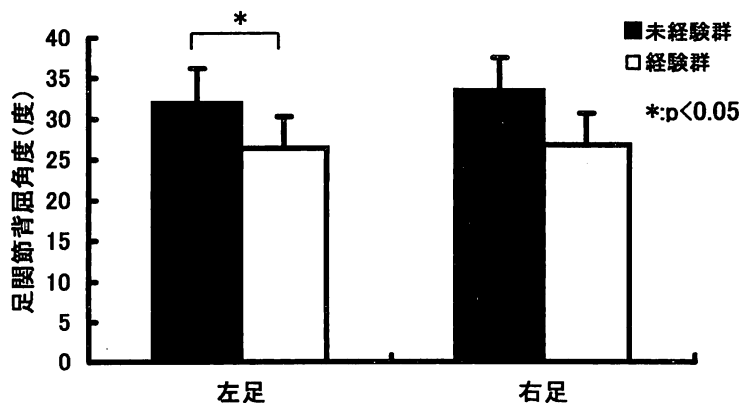


図3 足関節背屈角度の比較(膝関節伸展位)

IV. 考 察

A. 足関節の背屈力と底屈力

ランニング動作は、各種スポーツにおいても基本的な動作のひとつであり、陸上競技のみならず、多くのスポーツ種目においても行われている。陸上競技長距離種目は、ランニングの経済性やランニング効率とともに、高い全身持久力が要求される種目である^{12) 32)}。したがって、そのトレーニングとして、持続走(持久走)やインターバル走などが行われるため¹⁾、例えば小さな身体的ハンディキャップが存在したとしても、長時間の

ランニング動作やその反復により、スポーツ障害を誘発させてしまう危険性がある。

ランニング動作を観察すると、ランニングの局面は足が地面に着いている間の立脚相(support phase)と、足が宙に浮いている間の遊脚相(recovery phase)の2つの局面に大別することができる。さらに立脚相は、着地初期(foot strike)、着地中期(mid support)、離陸期(take off)に細分することができる(図6)³³⁾。淵本ら⁶⁾は、着地初期から中期にかけては、足関節が受動的に背屈され衝撃を吸収し、離陸期では積極的に底屈されて推進力を生み出していることを報告している(図7)。Roger³¹⁾は、ランニング時におけ

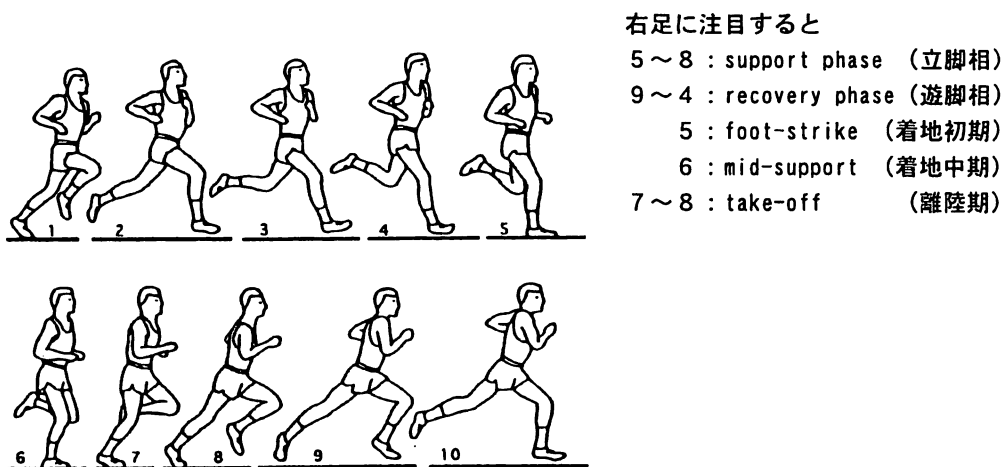


図6 ランニングサイクル³³⁾

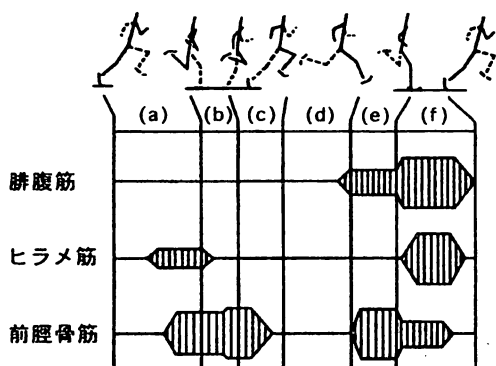


図7 ランニング時における下腿部の筋電図⁶⁾

る下腿三頭筋の活動は、着地初期から中期にかけては、遠心性（伸張性）収縮（eccentric contraction）、着地中期から離陸期にかけては求心性（短縮性）収縮（concentric contraction）を起こしながら活動していると述べている。

得居³⁶⁾は、ランニング時の接地のタイプを3種類に分類し、つま先から接地するFORE FOOT STRIKE型の場合には、接地時にはもちろん離陸時にも足関節を伸展して後方にキックしていることを報告している。沢木³²⁾は、つま先からの着地は衝撃をや和らげるためには効果的であるが、その反面ブレーキをかけてしまう可能性があるとして述べている。そのため、つま先から接地をするタイプのランナーは、着地初期の段階から下腿三頭筋の活動性が高く、接地時のブレーキによるスピードの減少を抑えるために、キック動作、すな

わち離陸期により大きな足関節の底屈動作が必要となる。したがって、経験群のような筋力特性を有する場合には、つま先接地によるランニングや、接地時にブレーキをかけているのではないかと考えられ、その結果、下腿三頭筋がoveruseになりやすいのではないかと推察される。また、萬納寺²⁶⁾は、筋や腱の損傷は、一般的にエキセントリックな力がかかったときに生じ、つま先から着地するランニングに多い傾向があると報告しており、このような走り方の場合は、筋疲労をもたらすだけでなく、アキレス腱に対する伸張性ストレスが増大し、アキレス腱部に負担をかけてしまう危険性が高いのではないかと推察される。

原田⁸⁾や伊東¹⁴⁾らは、足関節の底屈筋力と長距離走の競技成績とは有意な相関があることを報告しており、また、競技成績が高いほど、背屈力と底屈力の比率（dorsi/plantar）も高いことを報告している。しかし、経験群は足関節の底屈力が高すぎるため、比率が有意に低い値であり、伊東¹⁴⁾らの報告とは異なりアンバランスな筋力特性を示した。Solomonow³⁴⁾は、スポーツ障害の発生要因として、筋力の低下以外の因子として、伸筋群と屈筋群のアンバランスがあると述べている。また、向井²⁷⁾は、アキレス腱炎・周囲炎の原因には、足関節周辺の筋群の張力も関係していると述べており、バランスを考慮した筋力トレーニングを行うべきであることを指摘している。

多くの研究では、スポーツ外傷・障害の発生要因の一つとして、筋力の低下がみられることが報告されているが¹⁸⁾ ¹⁹⁾ ⁴⁰⁾ ⁴³⁾、中原²⁸⁾は、アキレス腱断裂の原因として、スポーツにおける跳躍、け

り出し、着地などの意識的な動作時などにおけるストレスに対して、腓腹筋の増大した筋力が腱により以上の張力を強制するときに、腱断裂が起こることを報告している。

したがって、経験群のように、筋力が必要以上に強い場合には、アンバランスを生じさせる原因になるだけではなく、筋の収縮力による腱への伸張性ストレスを増大させてしまうことが考えられ、このような筋力特性が、腱炎・周囲炎の発生要因として関与していることが示唆された。

B. アライメント

アライメントはもともと四肢の基本的軸のあり方をさして用いられており、靭帯などの静的支持機構と骨形状によって決定される骨格形態である¹³⁾。Leg-heel alignmentは、下腿軸に対する踵骨軸のなす角度で、踵骨が内反した回外足、外反した回内足、下腿軸と踵骨軸がほぼ直線上にある正常なアライメントに分類することができる³⁰⁾。

ランニング動作における下肢の動きを見ると、着地初期では距骨下関節の回外 (supination) が起こり、踵骨内反位で地面を捉え、着地中期と同時に回内 (pronation) が最大となり、足アーチが扁平化して地面からの反力を吸収している。回内が最大に達した後は徐々に回外し、離陸期ではアーチの反力により強い蹴り出しを得ている。これらの着地時の回内、回外に対応して、下腿が内旋、外旋し、膝が外反、内反する (図8)^{44) 45)}。

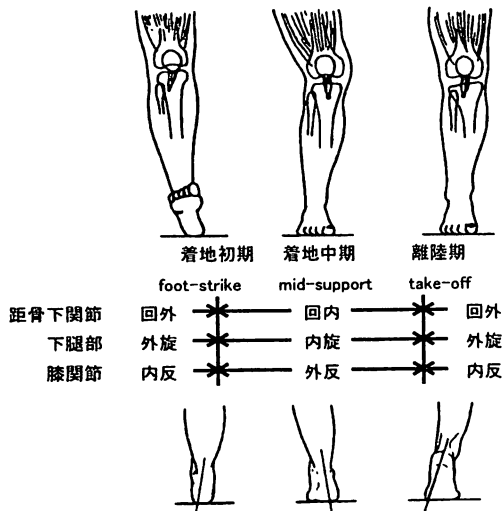


図8 ランニング時の下肢の動き^{44) 45)}

Jamesら¹⁵⁾は、Leg-heel alignment, Leg fore foot alignmentが、非荷重時に7度以上内反している者は、荷重時回内の割合が大きく機能的に過回内になり、アキレス腱にかかるストレスが大きいことを報告している。また横江⁴⁴⁾は、アキレス腱炎・周囲炎は、Leg-heel alignmentの値が13度以上外反している回内足に発生していることを報告している。

Clementら³⁾は、踵部に過度の外反がみられる過回内足の場合には、荷重時に下腿部を内旋させるとともに、アキレス腱にねじれが生じることを報告している。また、着地時の回内、回外の繰り返し動作により、アキレス腱が鞭のように撓った結果、アキレス腱に小断裂が生じ腱炎になることを報告している (図9)。経験群のLeg-heel alignmentの値は、未経験群よりも有意に高く、さらに全ての足に回内足傾向がみられたことから、先行研究と同様のメカニズムにより、腱に対する捻れや鞭打ちなどのストレスが生じ、アキレス腱炎・周囲炎を誘発しているのではないかと考えられる。

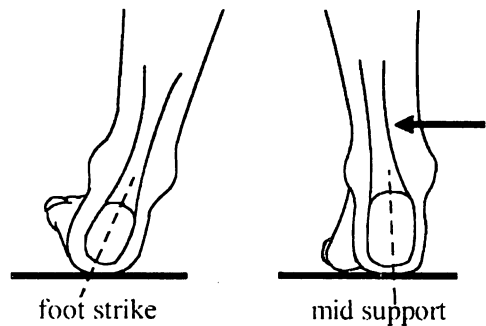


図9 足部の回内、回外による鞭打ち³⁾

また、その他のアライメントでは、萬納寺ら^{21) 23)}が、O脚の者にアキレス腱炎・周囲炎が発生しやすいことを報告しているが、O脚の場合は、下腿部の内反が大きくなり、脛骨傾斜角、すなわち下腿骨軸の角度が大きくなるため、踵骨軸が過度に外反していなくてもLeg-heel alignmentの値が大きくなることが考えられる。今回の結果では、膝関節内果間距離や脛骨傾斜角については、有意差がみられなかったが、経験群のLeg-heel alignmentの値が有意に高く、踵骨軸の外反が強い回内足による影響が大きいのではないかと推察さ

れた。

したがって、アキレス腱炎・周囲炎の発生要因としては、膝関節内果間距離や脛骨傾斜角などの膝関節に関連したアライメントよりも、足部のアライメントによる影響が大きいことが示唆された。

C. 下腿三頭筋の柔軟性(関節可動域)

下腿三頭筋は、腓腹筋(内・外側)とヒラメ筋で構成されているが、腓腹筋は速筋線維の占める割合が多く、筋を素早く収縮し、強いキック力の原動力となる。それに対してヒラメ筋は、遅筋線維の占める割合が多く、腓腹筋の急激な動きに対し、下腿部や足関節の安定性を保つように作用している¹¹⁾。ランニング動作における推進力は、大腿伸筋群、ハムストリングスと、これらの下腿三頭筋の一連の運動によって生み出されている。

Jamesら¹⁵⁾は、大腿屈筋と下腿三頭筋は、長距離のランニングで柔軟性が失われる傾向にあると報告しており、また、Jonhagenら¹⁶⁾も、長くランニングを続けると、ハムストリングと下腿三頭筋が硬くなり、短縮して、柔軟性に欠け、スポーツ障害を生じやすいことを報告している。横江ら⁴⁶⁾は、下腿三頭筋のストレッチングの有無と、アキレス腱炎との間に相関があることを報告し、萬納寺ら²³⁾は、下腿三頭筋の柔軟性の低下がみられる場合においては、アキレス腱炎が生じやすいと報告している。

アキレス腱炎・周囲炎は、主に下腿三頭筋の収縮による腱への過度な牽引力が発生することや²⁴⁾、筋や腱にエキセントリックな力が加わったときに生じることが報告されている²⁶⁾。したがって、前述したような下腿三頭筋を多用するような走り方の場合は、overuseにより柔軟性の低下を来す危険性が高く、筋の柔軟性が低下し短縮した状態でランニングを続けた場合には、アキレス腱部への伸張性ストレスを増大させ、アキレス腱炎・周囲炎を引き起こす危険性が高まるのではないかと考えられる。

また、Kuland¹⁰⁾によれば、下腿三頭筋が硬いと、着地時に足関節に背屈制限が起り、これを

代償するため膝の屈曲と距骨下関節の回内が大きくなることを報告している。したがって、筋の柔軟性の低下は、腱に対する伸張性ストレスを増大させるだけではなく、マルアライメントの原因となることが考えられ、これらの要因が相互に作用した結果、アキレス腱炎・周囲炎を誘発させるのではないかと推察される。

したがって、はじめから下腿三頭筋の柔軟性が低い場合だけではなく、下腿三頭筋のoveruseや、マルアライメントの存在により、柔軟性の低下を助長させ、アキレス腱炎・周囲炎を発生させてしまうことが示唆された。

V. まとめ

長距離ランナーのアキレス腱炎・周囲炎の発生には、足関節底屈力の増大による下腿三頭筋の過剰な牽引力、Leg-heel alignmentの不良(回内足)、下腿三頭筋の柔軟性の低下が影響を及ぼしていることが明らかになった。

VI. 要 約

本研究では、アキレス腱炎・周囲炎経験者と未経験者の身体的特性を比較検討し、その発生要因について考察することを目的とした。

その結果、

- (1)筋力では、経験群の足関節底屈力が有意に高く、背屈力/底屈力が有意に低い筋力特性がみられた。
- (2)アライメントでは、経験群のLeg-heel alignmentが有意に高く、回内足傾向がみられた。
- (3)下腿三頭筋の柔軟性では、経験群の足関節背屈角度が有意に小さく、柔軟性が低い傾向がみられた。

長距離ランナーのアキレス腱炎・周囲炎の発生には、足関節底屈力の増大による下腿三頭筋の過剰な牽引力、Leg-heel alignmentの不良(回内足)、下腿三頭筋の柔軟性の低下が影響を及ぼしていることが明らかになった。

文 献

- 1) 有吉正博. 中長距離走, 日本陸上競技連盟編, 陸上競技指導教本, 第5版, 大修館書店, 東京, (1996), 37-56

- 2) 伴 孝. アキレス腱の痛み, 高澤晴夫編, スポーツ医学Q & A 1, 第1版, 金原出版, 東京, (1989), 195-198
- 3) Clement, D. B., Taunton, J. E., Smart, G. W. :Achilles tendinitis and peritendinitis, etiology and treatment, *Am. J. Sports Med.*, (1984), 12, (3), 179-184
- 4) Denstad, T. F., Roaas, A. :Surgical Treatment of Partial Achilles Tendon Rupture, *Am. J. Sports Med.*, (1979), 7, 15-17
- 5) Dickson, P. H., Coutts, M. B., Woodward, E. P., Handler, D. :Tendo Achillis bursitis : report of 21 cases, *J. Bone Joint Surg.*, (1966), 48-B, 77-81
- 6) 淵本隆文, 伊藤 章, 金子公宥. 走運動における下肢関節トルクと筋活動, *体力科学*, (1987), 36, (6), 248
- 7) 福岡重雄, 内山英司, 黒沢 尚. スポーツ選手の陳旧性アキレス腱部分断裂 (2例報告), *臨床スポーツ医学*, (1986), 3, (7), 706-711
- 8) 原田明正. 長距離選手の等速性筋力の分析的研究, *平安女学院短期大学紀要*, (1987), 18, 64-72
- 9) Hastad, K. :Clearance of rediosodium after local deposit in the Achilles tendon, *Acta Chir Scand*, 116, 251-255, (1958/1959)
- 10) Helfet, A., Gruebel Lee, D. M. :Disorders of the Foot, Lippincott, (1980), 65
- 11) 堀居 昭. スポーツ障害別ストレッチング, 第1版, 杏林書院, 東京, (1998), 81-89
- 12) 石河利寛, 杉浦正輝. 運動生理学, 建帛社, 東京, 1993, 278
- 13) 市川宣恭編. スポーツ指導者のためのスポーツ外傷・障害, 第1版, 南江堂, 東京, (1991), 26-30
- 14) 伊東輝雄, 堀川浩之. 競技成績が異なる長距離選手の動的筋出力特性と競技成績の関係について, *陸上競技研究*, (1990), 1, 26-30
- 15) James, S. L., Bates, B. T., Osternig, L. R. :Injuries of runners, *Am. J. Sports Med.*, (1978), 6, (2), 40-49
- 16) Jonhagen, S., Nemeth, G., Eriksson, E. :Hamstring injuries in sprinters, *Am. J. Sports Med.*, (1994), 22, (2), 262-266
- 17) Keck, S. W., Kelly, P. J. :Bursitis of the posterior part of the heel, *J. Bone Joint Surg.*, (1965), 47-A, 267-273
- 18) 黄川昭雄, 山本利春. 体重支持力と下肢のスポーツ障害, *Jpn. J. Sports Sci.*, (1986), 5, (12), 837-841
- 19) 黄川昭雄, 山本利春, 坂本静男. アスレチック・リハビリテーションにおける下肢の機能および筋力評価, *臨床スポーツ医学*, (1986), 5, (臨時増刊号), 213-215
- 20) Leach, R. E. :Achilles tendinitis, *Am. J. Sports Med.*, (1981), 9, (1), 93
- 21) 萬納寺毅智, 中嶋寛之, 横江清司, 土肥徳秀, 横江清司, 渡会公治, 村上 俊, 黒沢 尚, 高澤晴夫, 深谷 茂. ランニングにおける下肢障害について, *整形外科*, (1982), 23, (11), 1257-1262
- 22) 萬納寺毅智. 筋, 腱の障害, *臨床スポーツ医学*, (1984), 1, (2), 161-165
- 23) 萬納寺毅智, 横江清司. 陸上競技選手のアキレス腱痛, *臨床スポーツ医学*, (1984), 1, (5), 582-585
- 24) 萬納寺毅智, 横江清司. 下肢のランニング障害, *臨整外*, (1988), 23, (2), 163-168
- 25) 萬納寺毅智. ランニングによる足関節部の腱・腱鞘・滑液包炎, *臨床スポーツ医学*, (1991), 8, (10), 1051-1057
- 26) 萬納寺毅智, 渡会公治. 下腿, 高澤晴夫, 井高高明編, *臨床スポーツ整形外科～受傷から復帰まで～*, 南江堂, (1994), 東京, 241-259
- 27) 向井直樹, 白木 仁. アキレス腱・アキレス腱周囲炎, *臨床スポーツ医学*, (1999), 16 (8), 956-962
- 28) 中原正雄. アキレス腱皮下断裂治療の問題点, *整形外科*, (1981), 32, (8), 993-997
- 29) 大久保衛, 上野憲司, 吉田 玄. アキレス腱炎, *臨床スポーツ医学*, (1989), 6, (臨時増刊号), 394-397
- 30) 大久保衛. 下腿部の痛み, 高倉義典編, *下腿と足の痛み*, 第1版, 南光堂, 東京, (1996), 49-60
- 31) Roger, A. M. :ランニングのバイオメカニクス, R.D. ダンプロジア, D. ドレズ編, *ランニング損傷*, 第1版, Springer-Verlag, 東京, (1993), 1-19
- 32) 沢木啓祐, 高岡郁夫. 最新陸上競技入門シリーズマラソン, 第1版, ベースボール・マガジン社, 東京, (1993)
- 33) Slocum, D. B., James, S. L. :Biomechanics of running, *J. Am. Med. Assoc.*, (1968), 205, (11), 721-728

- 34) Solomonow, M., Robert, D. A.: ランニングにおける筋共働と関節のバイオメカニクス, R. D. ダンプロ
ジア, D. ドレス編, ランニング損傷, 第1版, Springer-Verlag, 東京,
(1993), 21-35
- 35) 田淵健一. 軟部組織に由来するもの, スポーツ障害, 整形外科MOOK, (1983), 27, 177-190
- 36) 得居雅人, 山下 誠. 長距離走者の接地タイプと走フォームに関する研究, 陸上競技研究, (1990),
1, 20-24
- 37) 鳥居 俊. 中学・高校運動部員を対象としたスポーツ障害予防のための整形外科的メディカルチェッ
ク, 臨床スポーツ医学, (1996), 13, (10), 1087-1093
- 38) 山本利春, 黄川昭雄. 下肢の骨形態とランニング障害, 保健の科学, (1987), 29, (6), 355-360
- 39) 山本利春, 沢木啓祐, 水村信二. トラックの左回り走が足アーチに及ぼす影響—ランニング障害との
関連性から—, 陸上競技マガジン, (1989), 39, (9), 232-235
- 40) 山本利春. スポーツ傷害予防のための測定評価の考え方, Training Journal, (1993), 15, (12), 76-79
- 41) 山本利春. アキレス腱炎, 臨床スポーツ医学, (1993), 10, 臨時増刊号, 348-351
- 42) 山本利春. 足アーチの測定と評価, Training Journal, (1996), 18, (8), 80-83
- 43) 山本利春. 筋力評価とスポーツ復帰—WBIを中心として—, 福林 徹編, 実践スポーツクリニックス
ポーツ外傷・傷害とリハビリテーション, 第1版, 文光堂, 東京, (1996), 108-115
- 44) 横江清司. バイオメカニクスからみたランニング障害, 臨床スポーツ医学, (1984), 1, (3), 143-
148
- 45) 横江清司. ランニング障害, 臨床スポーツ医学, (1986), 3, (9), 877-881
- 46) 横江清司, 橋詰 努. ランニング障害の臨床的研究, スポーツ医・科学, (1988), 2, (1), 5-14
- 47) 横江清司. 陸上競技選手のメディカルチェック1. トラック競技, 臨床スポーツ医学, (1990), 7,
(1), 121-125