

3 . 調査研究

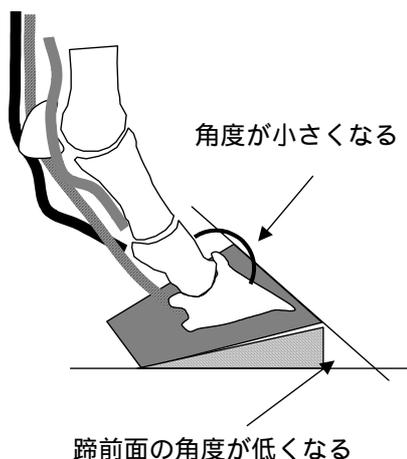
速歩および駈歩時の浅指屈腱にかかる力に 坂路が及ぼす影響

日本中央競馬会 競走馬総合研究所 運動科学研究室 高橋 敏之

はじめに

浅指屈腱炎の発症機序は完全には解明されていませんが、最近になり調教および競走時に浅指屈腱に繰り返し大きな力がかかることが発症の要因である可能性が報告されています。このことから、運動中に繰り返しかかる力を可能な限り減少させることが、浅指屈腱炎の予防には重要であると考えられます。歩行中に浅指屈腱にかかる力を変化させる方法としては、蹄角度を変化させて常歩または速歩における力の変化を観察した報告があります。これらの報告では、蹄尖部を上げて蹄角度を低くした時に浅指屈腱の伸びは減少しましたが、蹄踵部を上げて蹄角度を高くした時には伸びは増加していました(図1)。これらの結果から考えると、坂路走行は、蹄尖部を上げて蹄角度を低くすると同様に浅指屈腱にかかる力を低下させる効果があると考えられます。また、最近になり、速歩において坂路では平坦地と比較して前肢にかかる力が低下し、後肢にかかる力が増加することが報告されました。このことから考えても、坂路では浅指屈腱にかかる力も低下する可能性があります。これまでの私たちの研究により、常歩では、坂路は浅指屈腱にかかる力のパターンを変化させましたが、力の最大値は変化させないことが分かってきました。しかし、速歩および駈歩では、歩法が常歩と異なることから、異なる結果が得られる可能性があります。そこで、速歩および駈歩において浅指屈腱にかかる力に対する坂路の影響を評価したので、その結果について報告します。

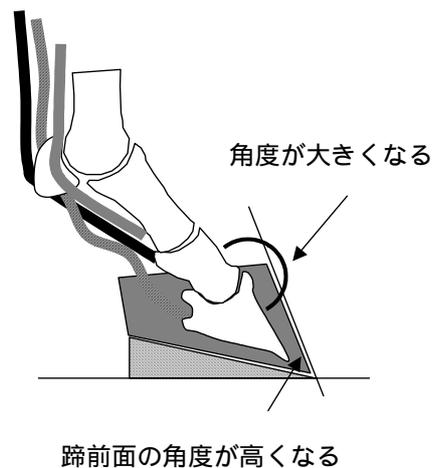
ウェッジにより蹄尖を上げる



遠位指骨間関節が背屈し、深指屈腱にかかる力が増加するため、浅指屈腱および繋靭帯にかかる力が低下する。

—— 浅指屈腱 —— 深指屈腱 —— 繋靭帯

ウェッジにより蹄踵を上げる



遠位指骨間関節が屈曲し、深指屈腱にかかる力が低下するため、浅指屈腱および繋靭帯にかかる力が増加する。

図1 蹄角度変化による各腱・靭帯にかかる力または伸びに対する影響

速歩における実験には、サラブレッド種・雄1頭、雌2頭、延べ4頭を、駈歩における実験には、サラブレッド種・雌1頭を使用しました。鎮静した状態でセンサー挿入部に神経ブロックおよび局所麻酔を施し、各馬の浅指屈腱に関節鏡挿入型フォースプローブ(AIFP)を挿入しました(図2)。腱内に挿入されたプローブは、腱が上下方向に引っ張られると左右から押しつぶされて変形します。この変形の程度を、プローブは電圧の変化として出力します。図3では、解剖して体外に取り出された腱にプローブを挿入して、機械で引っ張っています。図4は、その結果ですが、腱を引っ張る力とAIFP電圧が直線関係になっていることが分かります。そのため、AIFP電圧の変化を腱にかかる力と考えることができます。

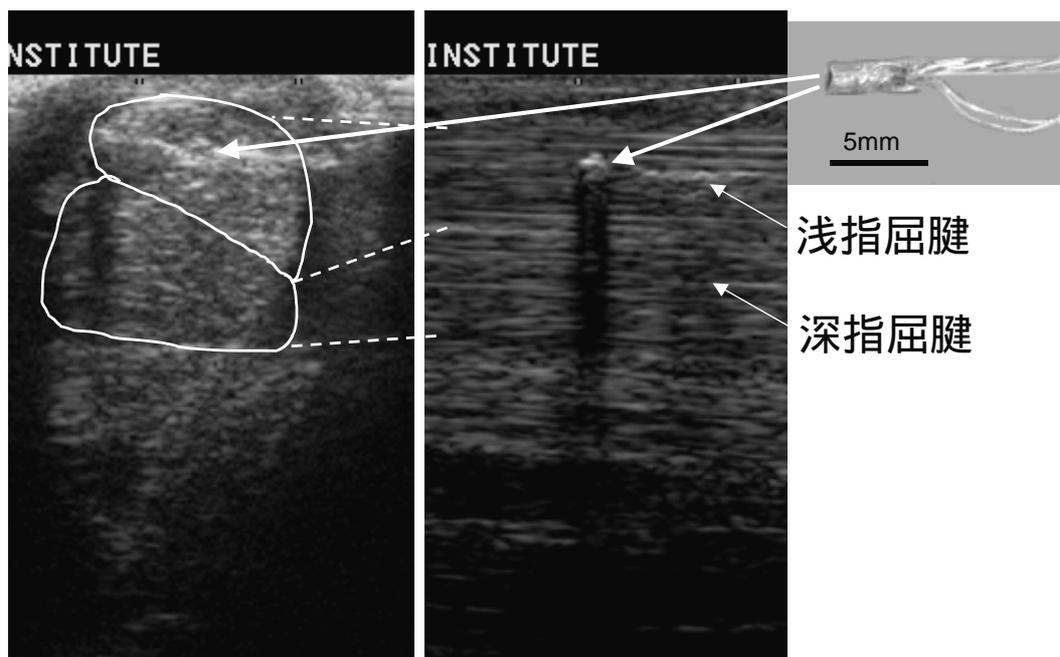


図2 センサーが挿入された浅指屈腱超音波像(左:横断、中央:縦断)および挿入された関節鏡挿入型フォースプローブ(AIFP)(右)

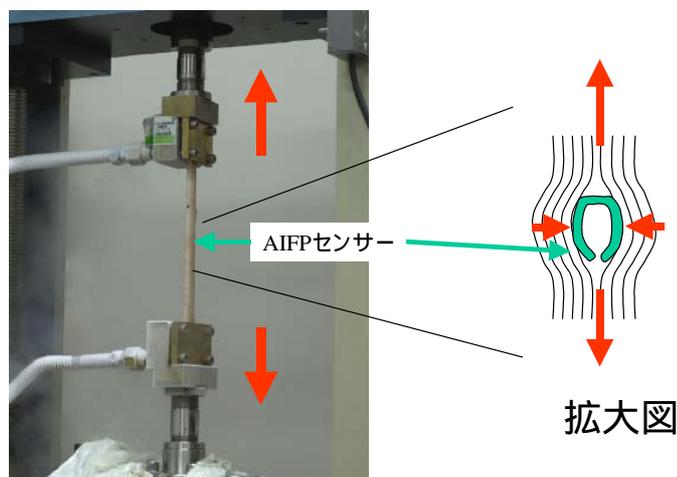


図3 機械に固定された浅指屈腱が上下に引っ張られている様子(左)および引っ張る力とAIFPにかかる力との関係(右)

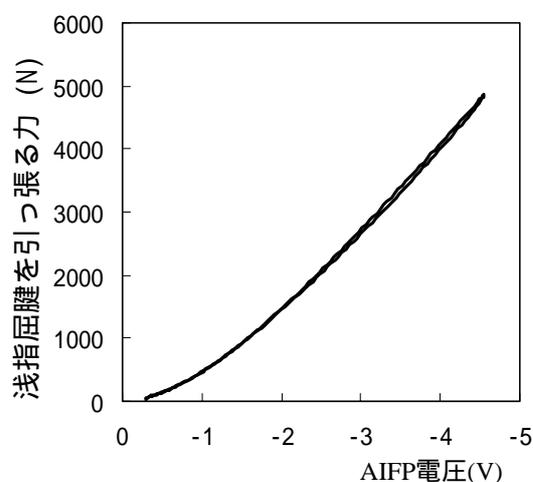


図4 浅指屈腱を引っ張る力と腱内のAIFPの電圧との関係

鎮静からの覚醒後、速歩（3.5-3.6 m/s）においては、傾斜 0, 3, 8%のトレッドミル上を、駈歩（9.0 m/s）においては、傾斜 0 および 3%のトレッドミル上を各馬に走行させ、AIFP の電圧変化を記録し、浅指屈腱にかかる力の相対値を計算しました。浅指屈腱にかかる力の相対値を計算するために、傾斜 0% における AIFP 電圧の最低値の 10 完歩分の平均値 ($V_{0\%min}$) を 0、最大値の 10 完歩分の平均値 ($V_{0\%max}$) を 100 としました（図 5）。この AIFP 電圧の振幅 100 に対して、各傾斜における AIFP 電圧の振幅がどのくらいの割合となるか計算し、浅指屈腱にかかる力の相対値としました。

その結果、速歩では、傾斜 0%のトレッドミル上において浅指屈腱にかかる力の最大値を 100 とした時、傾斜 3%では浅指屈腱にかかる力の最大値は 96.7、傾斜 8%では 94.0 を示し、傾斜 0%と比較してわずかに低下していました（図 6）。駈歩では、傾斜 0%のトレッドミル上において反手前の浅指屈腱にかかる力の最大値を 100 とした時、傾斜 3%では浅指屈腱にかかる力の最大値は 91.5 を示し、傾斜 0%と比較してわずかに低下していました（図 7）。

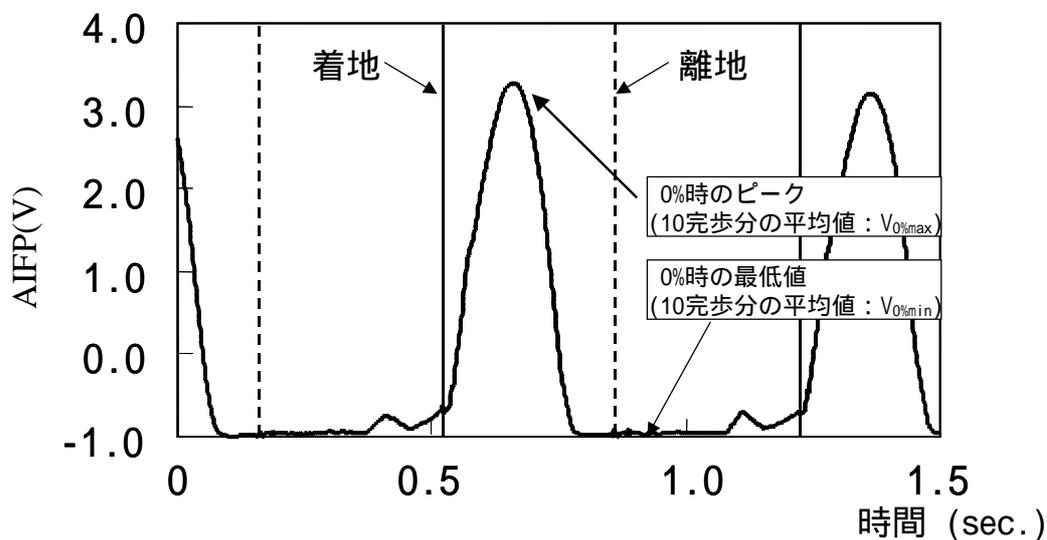


図 5 傾斜 0%、速歩時の AIFP 信号および腱にかかる力の相対値の計算方法

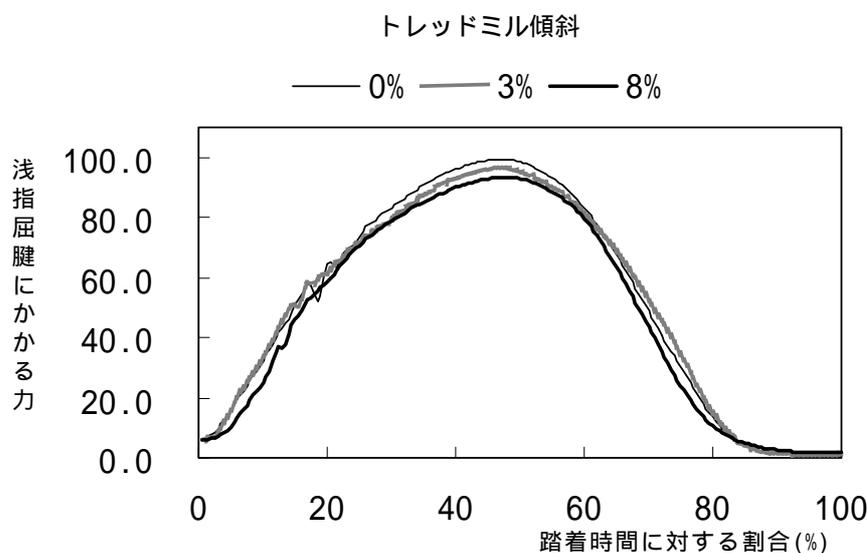


図 6 速歩（3.5 m/s）において浅指屈腱にかかる力に対する傾斜の影響

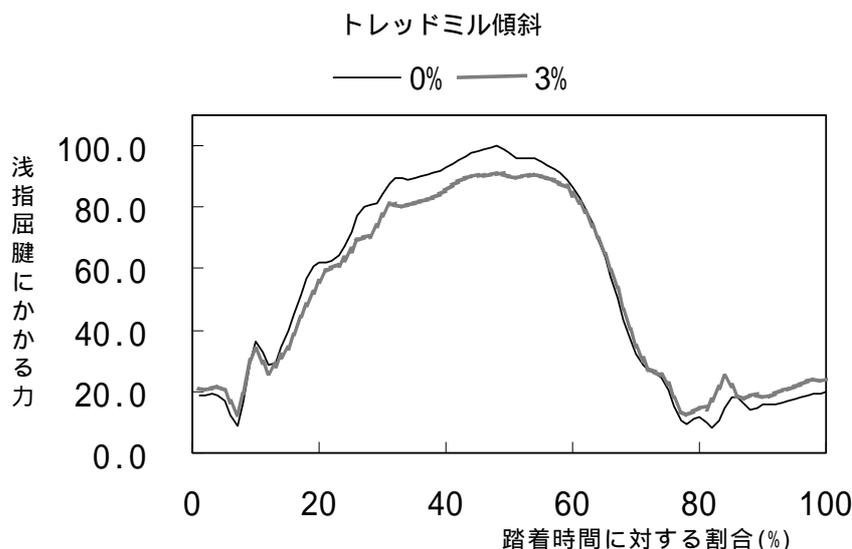


図7 駢歩（9.0 m/s）において反手前肢の浅指屈腱にかかる力に対する傾斜の影響

また、浅指屈腱にかかる力の波形は、速歩および駢歩において、着地から離地までの時間を 100%とした時に、前肢が地面に対してほぼ垂直となる時点である約 50%付近にピークを持つ波形であることが分かりました（図6、7）。さらに、浅指屈腱にかかる力は、蹄が着地してから離地するまでの時間の約 80%以降では非常に小さいことが分かりました。

今回の結果から、速歩および駢歩の反手前肢では、坂路走行は平坦地の走行と比較して浅指屈腱にかかる力をわずかながら低下させることが分かりました。これは坂路により、前肢にかかる力が低下し、後肢にかかる力が増加したことが1つの要因であると考えられます。また、蹄尖部を上げることにより蹄角度を低下させた報告では、浅指屈腱にかかる力は低下していたことから、坂路における走行は、同様に蹄尖を上げ、蹄角度を下げる様な着地状態となっているため、浅指屈腱にかかる力が低下した可能性が考えられました。しかし、蹄尖を上げた様な状態では、深指屈腱では浅指屈腱とは逆に走行中にかかる力が増加すると報告されているので（図1）、深指屈腱に関連する傷害は増加する可能性も考える必要があります。

同じ速度で走行した時、坂路走行は平坦地と比較して呼吸循環系への負荷が高く、酸素摂取量や心拍数が高いことが知られています。そのため坂路では、浅指屈腱にかかる力、つまり浅指屈腱を起こす危険性を平坦地よりも低く抑えつつ、強度の強いトレーニングを行うことができると考えられました。逆に坂路では、平坦地と同一の呼吸循環系へ負荷、つまり酸素摂取量せっしゅりょうや心拍数を同じとすれば、速度は遅くなることが知られています。また、浅指屈腱にかかる力は、速度が低下するのにもなって減少すると考えられるので、坂路は、浅指屈腱炎を起こす危険性に関連する浅指屈腱にかかる力を低く抑えて、平坦地と同じ強さの調教を行うことができる馬場であると考えられました。

今後は、さらに例数を増やして駢歩時、反手前肢の浅指屈腱にかかる力が傾斜により低下することを確認するとともに、手前前肢に対する傾斜の影響を明らかにしていきたいと考えています。