

2-5-1

関節固定により発生する筋萎縮の分子メカニズムに関する研究—BCAA 摂取による筋萎縮の抑制効果について—

西川 彰^{1,2)}、西川晃子³⁾、目崎 登⁴⁾(¹⁾上武大学ビジネス情報学部、²⁾上武大学医学生理学研究所、³⁾東京メディカル・スポーツ専門学校、⁴⁾筑波大学)

key words：ラット、外固定、筋萎縮、BCAA、Nebulin

【背景】これまで骨格筋における筋タンパクの合成を促進する物質として branched chain amino acids (BCAA) がよく知られており、近年の研究では筋タンパクの分解を抑制する働きについても報告されている。そこで、本研究では関節固定モデルラットを用いて、筋萎縮発生時の Thin filament に対する BCAA 摂取の効果について解明することを目的とした。【方法】Wistar 系雄性ラットを用い、右足関節を最大底屈位で 2 週間固定した上で水を摂取する群と BCAA を摂取する群および対照群に分類した。固定除去後に右後肢のヒラメ筋を採取し、組織学分析用および生化学分析用のサンプルを作製した。組織学分析用サンプルから連続横断切片を作製し、筋線維タイプ別横断面積を計測した。また、生化学分析用サンプルを用いて SDS-PAGE を行った後、各種抗体による Immuno Blot を実施した。【結果】BCAA を摂取することで、筋タンパク合成系のシグナル因子である Akt は増加し、分解系の因子である FoxO は減少した。同時に、両因子の下流にあるリン酸化 N-WASP の増加および Thin filament の構成タンパクである Nebulin の含有量の増加も認められた。また、筋線維横断面積については BCAA の摂取により Slow-twitch Oxidative fiber (SO 線維) での増加が確認できた。【考察】固定期間中の BCAA の摂取は筋タンパク合成系の促進および分解系の抑制に作用することが明らかとなった。それにより、活性化された N-WASP と増加した Nebulin がアクチン線維の形成を促し、結果的に筋萎縮を抑制する効果につながったものと推察された。さらに、この効果は遅筋線維を多く含むヒラメ筋では SO 線維で顕著であることも分かった。

2-5-2

マウス脛骨の雌雄間における構造の差異

井上 知(昭和大学歯学部口腔解剖学講座)

key words：マウス脛骨、性差、海綿骨、皮質骨、骨膜

【背景】動物実験では雄マウスを用いることが多く、これまで雌マウスを用いた研究はあまり行われてこなかった。しかし、これまで動物実験から、性差が実験結果に影響を与える可能性が報告されており、雌雄の両性を用いた実験が推奨されている。骨組織は加齢に伴って、構造が変化することが報告されているが、その性差については詳細な解析がなされていない。本研究では若齢および老齢マウスの脛骨を用いて、骨組織の性差について検討を行った。【方法】8 週齢および 20 ヶ月齢の雌雄 C57BL/6 から脛骨を採取し、マイクロ CT にて骨構造の解析を行った。その後、パラフィン切片を作製し、組織学的解析を行った。【結果】8 週齢では、雄マウスの海綿骨量は雌マウスと比較して高い値を示した。骨幹端の皮質骨の骨塩量 (BMD) は雌マウスのほうが高い値であったが、骨幹部では差が認められなかった。20 ヶ月齢では、雌雄ともに海綿骨量が 8 週齢と比較して、減少していたが、雄のほうが雌よりも高い値であった。骨幹端および骨幹部の BMD は、雌雄ともに 8 週齢から増加していた。骨幹端の BMD は、8 週齢と同様に雌のほうが高い値を示していた。組織学的な解析では、雌マウスの骨髄内において脂肪細胞の増加がみられた。【考察】マウス脛骨では 8 週齢の段階で海綿骨量に性差が認められ、20 ヶ月齢でも同様であった。海綿骨は骨幹端骨折時に、骨髄内仮骨形成の足場となることが報告されており、このような性差は実験結果に影響を与える可能性がある。今回の解析結果から、骨組織を用いた実験においても性差を考慮し、実験を行うことが必要であると考えられた。

2-5-3

ラット骨端線離開モデルにおける修復過程の経時的比較

森山伸一、中井真悟(常葉大学)

key words : 骨端線離開、発育期ラット、修復過程、骨基質、軟骨基質

【背景・目的】演者らは骨端線離開(Ⅱ型)モデルを作成し、その損傷を組織学的に示している。しかし、その治癒過程については観察されていない。本研究では、発育期ラットの大腿骨を用い、骨端線離開後の修復過程を組織学的に比較、検討すること目的とした。【材料・方法】本実験では3Rの原則を十分に理解した上で、実験期間を1週間、使用するウイスター系雄性ラットは16匹用いた。三種混合麻酔を用い、麻酔下にて疼痛回避行動がないことを確認した後、後述の手順に従って、同日にラット16匹の右脚に骨端線離開誘発を行った。骨端線離開誘発は、大腿骨遠位骨端線部へ徒手的に伸展力を加えて、骨端部と骨幹端部の間に骨折が生じたことを触診にて確認しながら行った。その後、ブプレノルフィンによる疼痛管理を徹底しながら、『当日・翌日…7日目』のように、毎日2匹ずつサンプリングを行った。通法に従って樹脂包埋標本を作製し、トリジンブルー染色を行った。【結果・考察】本研究では、いずれの個体も骨端が内側かつ背側に転位した。離開当日は出血が旺盛であり、離開部およびその周囲の骨膜下に著明であった。1日目には、その血腫が吸収されはじめ、2日目には完全に消失していた。4日目より内側および背側の骨膜が肥厚し、骨幹遠位1/3部の骨膜細胞層に骨様組織がみられた。染色の色調では石灰化度が低く、胎児骨形成の際にみられる骨基質に近い構造であった。経時的にその構造が遠位へ広がる様子が観察された。6日目では骨端板の基質内に濃染色部位が出現し、これは石灰化軟骨基質に類似していた。また、経時的に骨端板直下の海綿構造が消失した。【結論】骨端線離開モデルでは、骨端板の修復よりもその周囲の構造変化が先行する様子が観察された。

2-5-4

ADH1c-snp は Wnt16-、Wnt5a-signal および TGFβ-signal 経路の変化によって異常破骨細胞分化を誘導させている

前嶋龍星¹⁾、渡邊利明¹⁾、新井和樹¹⁾、平良実夕²⁾、市ヶ谷武生¹⁾、鎌塚正志²⁾、佐野秀明²⁾、杉浦加奈子²⁾、富田圭祐²⁾、舟喜晶子²⁾、吉田真琴²⁾、昇 寛¹⁾、竹内 仁¹⁾(¹⁾帝京科学大学大学院、²⁾帝京科学大学)

key words : ADH1c-snp、Wnt-signal、NFATc1、smad、破骨細胞

1)研究背景 ADH1c-snp が破骨細胞分化に影響を与え、βカテニン経路、Rank-RankL 経路および Rank-OPG 経路に異常発現させていることをこれまで報告し、さらにこのことが ADH1c-snp 由来の異常骨芽細胞が Wnt-signal を介して関与することに我々は言及している。2)目的 ADH1c-snp が、どのように Wnt16-signal、Wnt5a-signal および TGFβ由来の細胞分化因子 smad-signal に作用するかを解明するため、これら mRNA 発現状態を検索することによって TGFβの関与を考察し、さらには骨芽細胞からの破骨細胞分化に関する転写因子影響を解明する。3)方法 帝京科学大学ヒト研究倫理審査認可(#ST-19001, -2008, -2104)の下、ボランティア成人(n=240、20-22歳)の毛根細胞から DNA 抽出後、PCR および RT-PCR 法によって転写因子等の DNA と mRNA 発現を検索した。4)結果と考察 ADH1c-snp では LRP5/6-、in RankL/Rank-、Smad2/3- index の値が有意に変化し、その結果 NFATc1-mRNA 発現に変化が生じた。また、ADH1c-snp の一部には Wnt5a-mRNA のみ変化するものも見られた。これらのことにより、ADH1c-snp に生じた破骨細胞分化の異常には骨芽細胞からの古典的 Wnt16-signal や Wnt5a-signal 経路や smad 経路からの TGFβ発現が破骨細胞分化における経路の中で、前破骨細胞よりも破骨細胞前駆細胞に影響を与えることが考察された。

2-5-5

ALDH2-snp における破骨細胞分化では Wnt16-signal 経路上の LRP5/6 と OPG-mRNA 異常発現が RANKL-mRNA を変化させている

新井和樹¹⁾、渡邊利明¹⁾、前嶋龍星¹⁾、平良実夕²⁾、市ヶ谷武生¹⁾、鎌塚正志²⁾、佐野英明²⁾、杉浦加奈子²⁾、富田圭祐²⁾、舟喜晶子²⁾、吉田真琴²⁾、昇 寛¹⁾、竹内 均¹⁾(¹⁾帝京科学大学大学院、²⁾帝京科学大学)

key words : ALDH2-snp、Wnt-signal、TGFβ、BMP、破骨細胞

1)研究背景 これまで我々は ALDH2-snp が破骨細胞分化転写因子である RUNX2 および OSTERIX 遺伝子低発現を誘導させ、またこのとき C/EBP/PPARγが変化しないことから、異常破骨細胞分化に Wnt-signal および BMP-signal の関与を指摘した。2)目的 ALDH2-snp が、Wnt-signal および BMP-signal に対しどのように作用して破骨細胞分化に影響を与えているかを検索し、さらに骨芽細胞分化との因果関係の可能性を解明する。3)方法 帝京科学大学ヒト研究倫理審査認可(#ST-19001, -2008, -2104)の下、ボランティア成人(n=240、20-22歳)の毛根細胞から DNA 抽出後、PCR および RT-PCR 法によって転写因子等の DNA と mRNA 発現を検索した。4)結果と考察 ALDH2-snp (1*2),(2*2)は LRP5、LRP6、RANKL の異常発現を示し、ALDH2-snp (2*1),(2*2)は BMP2 と BMP6 に発現変化を示した。これらのことにより ALDH2-snp は Wnt16 経路による破骨細胞分化に影響を与え、BMP-smad 経路による骨芽細胞からの関与も考察された。

2-5-6

発育期ラットの大腿骨骨端軟骨に及ぼす電気刺激の影響

藤城 楓¹⁾、菅野辰弥¹⁾、大橋勇介¹⁾、松永拓也¹⁾、森山伸一¹⁾、中井真悟^{1,2)}(¹⁾常葉大学、²⁾東洋大学ライフイノベーション研究所)

key words : 通電刺激、ラット大腿骨、骨端軟骨、骨形態計測

【背景・目的】長軸方向への骨成長に関わる骨端軟骨に及ぼす通電刺激の影響についての先行研究は少ない。本研究では、発育期ラットの膝関節周囲に異なる強度の通電刺激を行い、組織学および骨形態計測学的に比較することを目的とした。【材料・方法】実験動物として7週齢のウイスター系雄性ラット16匹を用い、鍼通電刺激群(EA)、対照群(Cont)に大別した。さらに、EAはその強度によって低刺激群(EAL)、中刺激群(EAM)、高刺激群(EAH)に分類し、実験期間は2週間とした。連続的交流鍼通電刺激を250μsec、50Hz、(EAL)0.25mA、(EAM)0.50mA、(EAH)0.8mA(いずれも500Ω負荷時)の条件で、10分/日、毎日、右脚のみ通電を行った。【結果・考察】右脚の骨端板の厚さ(μm)の平均値はEAL:311.4、EAM:327.3、EAH:312.4、Cont:397.2を示し、一次海綿骨(μm)の平均値はEAL:138.2、EAM:135.5、EAH:140.9、Cont:144.5であった。左脚の骨端板の厚さ(μm)の平均値はEAL:372.9、EAM:339.5、EAH:320.2、Cont:383.8を示し、一次海綿骨(μm)の平均値はEAL:139.9、EAM:136.4、EAH:139.1、Cont:142.3であった。このように、通電刺激を行った群では、いずれも右脚が低値を示したが、その直下では差を認めなかった。さらに、通電刺激を施していない左脚についても強度依存的に低値となる傾向が認められた。【結論】本実験では、交流通電刺激を施した側の骨端軟骨は菲薄化し、さらに通電刺激を施していない側も強度依存的に菲薄化することが示唆された。なお、本実験では実験動物の骨端軟骨周囲へ意図的に通電したものであり、ヒトへの影響を示すものではない。

2-5-7

関節不動化に伴う骨梁減少が骨端線離開に及ぼす影響

大橋勇介、菅野辰弥、藤城 楓、松永拓也、森山伸一、中井真悟(常葉大学)

key words : 関節不動化、ラット大腿骨、骨端軟骨、ソルターハリス分類

【背景・目的】臨床の現場では、小児期に生じる骨端線離開の評価にソルターハリス分類を用いる。そのII型では、骨端線の肥大軟骨細胞層に亀裂が生じるとされるが、骨端板直下の構造変化が骨端線離開に及ぼす影響については報告がない。本研究ではラット大腿骨を用いて伸展型の骨端線離開モデルを作成し、組織学的に解析することを目的とした。【材料・方法】実験動物として7週齢のウイスター系雄性ラット12匹を用い、後肢を不動状態にする群(IM)と対照群(CO)に分類し、2週間の実験を行った。IMは後肢に加重が掛からないようにするため、ラットの尾部を約50cmの高さの天井から懸垂し、ジャケット型不動装置を用いて股関節および膝関節を伸展位に固定し、股関節の内転および外転を制限した。実験期間終了後にラットを安楽死させ、不要な疼痛を除いた。ラット下肢骨を摘出する前に、大腿骨遠位骨端線部へ徒手的に伸展力を加えた。【結果】通常構造を観察するとIMの大腿骨骨端板及びその直下の海綿構造はCOに比べて疎となっており、特に二次海綿骨で顕著であった。また、COに比してIMでは、骨端部における皮質骨の菲薄化や、骨長軸方向へ配向する海綿構造が短縮していた。次に骨端板へ過伸展をおこなった標本を観察した。COの骨端板では、軟骨細胞柱が遠位と近位方向に引き抜かれていた。引き抜きのあった領域は未石化部位であり、その軟骨細胞柱の下端である肥大軟骨細胞層と一次海綿骨が残存していた。また、骨端部前面に骨片を伴っていた。一方、IMは骨端板の損傷よりも皮質骨の損傷が著しく、大腿骨前・後面骨幹端部に第3骨片がみられた。【結論】伸展型骨端線離開によって、骨端板肥大軟骨細胞層上部の未石化部位に亀裂が生じ、それは軟骨細胞柱の引き抜きを伴うことが組織学的に示された。また、この様子は通常発育したものに生じることが示唆された。

2-5-8

発育期ラットを用いた骨端線離断モデルの組織学的解析

菅野辰弥¹⁾、藤城 楓¹⁾、大橋勇介¹⁾、松永拓也¹⁾、森山伸一¹⁾、中井真悟^{1,2)}(¹⁾常葉大学、²⁾東洋大学)

key words : 骨端線離開、ソルター・ハリス分類、ラット大腿骨

【背景・目的】ソルター・ハリスの分類のII型では、骨端線の肥大細胞層に亀裂が生じるとされる。しかし、組織学的に示されたものは少ない。本研究では、ラット大腿骨を用いて伸展型の骨端線離開モデルを作成し、組織学的に解析することを目的とした。【材料・方法】本実験では5・7・9週齢のウイスター系雄性ラットをそれぞれ、3匹ずつ用いた。実験開始前にラットを安楽死させ、不要な疼痛を除いた。ラット下肢骨を摘出する前に、大腿骨遠位骨端線部へ徒手的に伸展力を加えた。骨端部と骨幹端部の間に骨折が生じたことを触診で確認し、周囲に筋を残存したまま大腿骨を摘出して固定液に2日浸漬し、通法に従って骨折部を組織学的に観察した。【結果・考察】いずれの週齢においても伸筋側の骨端部に骨幹端の一部が剥離した骨片がみられた。さらに、その骨片を拡大して観察すると骨端板直下の海綿骨であった(すべての個体で観察された)。このことは、いずれの週齢もII型損傷であることを示している。次に、離開した骨端板を観察すると発育に伴って亀裂部位が異なっていた。5週齢では増殖層・肥大層の境界部付近に亀裂が生じ、7週齢では軟骨細胞柱が残存した状態で遠位-近位方向へ引き抜かれており、肥大層付近に亀裂があった。9週齢も7週齢と同様に軟骨細胞柱が残存していたが、その亀裂は予備石灰化帯周囲に生じていた。このことから、発育に伴って骨端線離開の損傷部位が骨幹端に近づくことが示唆された。【結論】再現性の高い発育期ラット大腿骨の骨端線離開モデルが示された。このモデルでは、発育に伴って骨端線離開の損傷部位が骨幹端に近づくことが示唆された。

2-5-9

後肢加重低減に伴うラット大腿骨の皮質骨構造に対する非接触性通電刺激の影響

南園 航¹⁾、水藤飛来¹⁾、八嶋奈央¹⁾、中井真悟²⁾、大迫正文³⁾(¹⁾東洋大学大学院ライフデザイン学研究所、²⁾常葉大学・健康プロデュース学部、³⁾東洋大学・ライフデザイン学部)

key words : 通電刺激、ラット、大腿骨、加重低減、皮質骨

【背景】PEMF 装置や超音波刺激装置を使用し、骨量維持を目的とした報告は多く認められるがいずれも海綿骨構造に及ぼす影響は明瞭に観察できているが、皮質骨にまで通電刺激が及ぼす影響については文献寄って様々である。本実験では最近開発された通電装置ベクトルポテンシャル装置(VP)を使用して大腿骨骨端板直下の海綿骨に対して骨量減少を抑制に効果があることが分かっているが、皮質骨に及ぼす影響に関しては検討したことがない。【目的】本研究は非接触性の通電刺激装置を使用し、荷重低減に伴うラット大腿骨の皮質骨構造に及ぼす影響について経時的に検討するために行った。【方法】7週齢のwistar系雄性ラット108匹を用い、それらを後肢懸垂群(HS)、後肢懸垂・通電刺激群(VP)および対照群(CO)に分類した。実験期間はいずれの群も1、2または3週間とした。HSおよびVPは、それぞれに実験期間、尾部懸垂した。また、VPは非接触性通電刺激装置(スミダ電気社製)を用いて、それぞれの実験期間、通電刺激を行った(交流、電圧60V、120mA、20kHz、30分/日、5回/週)。各実験期間終了後、大腿骨を摘出し組織学的に分析した。【結果】大腿骨骨幹中央部縦断面を観察すると骨の吸収窩の数に関しては、HSは3週間の実験期間を通してCOに比べ高く、骨表面が粗造な状態であった。一方、VPは実験の初期段階から骨吸収が抑制され骨表面がHSに比べ滑沢であった。大腿骨骨幹中央部の横断面を観察するとHSは3週間の実験期間を通してCOより皮質骨の幅が細くかった。一方のVPではCOと類似した厚さが実験期間を通して維持していた。【結論】後肢懸垂の初期段階には骨吸収の顕著な増加が生じるが、非接触性通電刺激はそれに対して抑制効果を発揮し、その後の骨形成も維持される効果を有することが理解された。

2-5-10

反復学習による発揮筋力調整能力向上についての検討

北原大資(帝京科学大学 柔道整復学健康ケア専攻)

key words : 発揮筋力、調整能、握力、反復学習

【目的】ヒトが発揮する筋力は自己意思とは誤差が生じている。調整力を必要とする課題を反復練習することで調整能力にどのような影響を与えるかを検討する。【方法】大学生(男子10名、女子15名)を対象に握力計を用いた調整運動の反復課題を実施し、その前後で握力調整能を比較した。また同様の計測を4週間で週2回ずつ、全8回行って1日目と8日目の調整能を比較した。反復課題前後に実施する計測は最大握力値を100%とした際の30%、50%、80%を目標値に設定し、被験者は計測値を目視せずに同等と判断する強さで筋出力発揮する。各目標値と実際に発揮した握力の誤差平均値を調整能とした。反復課題は30%、50%、80%の各目標値を3回ずつ目視した状態で筋力発揮し、目標値に近づくよう出力調整して感覚を覚えさせた。反復練習前後の平均誤差比較、1日目と8日目の平均誤差比較それぞれに対応のあるt検定を用いて男女別に解析を行った。【結果】各日の練習前平均誤差<男性4.83kg(±1.20)、女性3.57kg(±0.53)>と練習後平均誤差<男性3.54kg(±0.77)、女性2.73(±0.45)>の比較では男性P値0.005、女性P値0.000となり、どちらも有意な減少が認められた。1日目の練習前平均誤差<男性6.45kg(±3.90)、女性4.23(±1.78)>と8日目の練習前平均誤差<男性3.50kg(±1.09)、女性2.75kg(±1.26)>の比較では男性P値0.047、女性P値0.036となり男女ともに有意な減少が認められた。【考察】男女ともに反復練習前に比べて練習後は誤差が減少し、反復練習によって発揮筋力調整能は向上することが示唆された。また1日目と8日目の反復練習前平均誤差にも有意な減少が見られることから、4週間の定期的な学習により基礎的な調整力向上が可能であると考えられる。

2-5-11

上腕二頭筋への高強度運動負荷後の筋硬度と筋収縮特性の関係—Shear Wave ElastographyとTensiomyographyによる評価—

伊藤 譲(日本体育大学)

key words : 筋硬度、筋収縮特性、高強度運動負荷、SWE、TMG

【目的】遠心性収縮や高強度の運動で生じる運動誘発性筋損傷(exercise induced muscle damage : EIMD)の評価は、施術者の主観によって筋の硬さや張りとして評価されてきた。近年、筋硬度の定量的評価法として超音波剪断波エラストグラフィー(shear wave elastography ; SWE)が、筋収縮特性の簡便な評価法としてTensiomyography (TMG)が注目されている。SWEやTMGを用い、高強度運動負荷が筋硬度と筋収縮特性のそれぞれに及ぼす影響については研究が進められているが、運動負荷後の筋硬度と筋収縮特性との関係について検討した報告は見当たらない。そこで上腕二頭筋の高強度運動負荷による筋硬度および筋収縮特性への影響と、筋硬度と筋収縮特性との関係について検討した。【方法】対象は、健康成人男性9名とし、平均年齢は21.0歳(SD 3.0)であった。運動負荷は、ダンベルカールを、最大挙上重量の80%の重量で、6~8回を1セットとし、4セット行わせた。この運動負荷前後でSWEにより筋硬度を、TMGにより筋収縮特性として最大変位(Dm)、遅延時間(Td)、収縮時間(Tc)、弛緩時間(Tr)、持続時間(Ts)を測定、評価した。【結果】高強度運動負荷により、負荷前後の比較でSWEによる筋硬度は有意な上昇を認め、TMGは全項目が有意に低下した。また、筋硬度の変化量とTrの変化量に正の有意な相関を認めた。【考察】筋硬度は有意な上昇はEIMDが生じたことを示す。高強度運動負荷によって生じる筋硬度の変化量が大きい場合に筋の弛緩の指標であるTrの減少量が小さくなったことから、筋硬度が上昇すれば、筋が弛緩しにくくなることが示された。

2-5-12

サッカーのインサイドトラップ動作の筋電図的検討～競技経験の有無による比較～

小原勇斗¹⁾、山崎柚碧¹⁾、塚田健太郎¹⁾、小口友瑞紀¹⁾、本澤実千成²⁾、二連木巧^{1,2)}、田口大輔^{1,2)}(¹⁾帝京大学医療技術学部柔道整備学科、²⁾宮の鍼灸接骨院)

key words：サッカー、インサイドトラップ、表面筋電図、トラップコントロール、熟練度

【はじめに】サッカーは、キッキング、トラッピング、ドリブリング等の技術を組合せて正確に連続的に行うスポーツである。トラップ動作は、ボールをコントロールする技術であり、次のプレーにスムーズに繋がる動作で、この技術が高い選手は自在にボールをコントロールすることが可能となり、次の多様なプレーに移行することが出来る。しかしながら、トラップコントロールにおける報告は結論を得ていない。本研究では、サッカー競技経験の有無にて、トラップ動作における動作脚の筋出力を計測し熟練度の違いによるトラップコントロールについて比較検討した。【方法】対象は本学の健常男子大学生 12 名の利き足とし、整形外科的疾患を有する者は除外した。サッカー競技経験の有無(経験群、非経験群:n=6)にて分類した。方法は被検者に前方から転がるボールに対してトラップ動作を行わせ、ボールを止めさせた。計測には表面筋電図(テレマ イオ G2：NORAXON 社製)を用い、対象筋は前脛骨筋、腓腹筋(外側頭)、長腓骨筋、内側広筋、大腿直筋、大腿二頭筋、大殿筋、中殿筋、縫工筋、長内転筋とした。トラップ動作の成功要件として、トラップしたボールが前方に行かないことを目視にて確認した。【結果】経験群は非経験群と比較して、リフト期からボールコンタクト直前まで長腓骨筋、前脛骨筋に筋出力を認めた。また、ボールコンタクト時にはいずれの群においても縫工筋の筋出力を認めたが経験群は低い傾向で経験者では内側広筋で筋出力を認めた。ボールコンタクト直前には大腿直筋の筋出力が減少し大殿筋の出力が増加した。【考察】本研究の結果から、サッカーのトラップ動作では、経験者はボールコンタクト直前までは足関節を積極的に背屈させ、ボールコンタクト直前から後には股関節を外旋させ、股関節屈曲筋を脱力し膝関節伸展させた状態でトラップを行っていることが示唆された。