関西臨床スポーツ医・科学研究誌

2007 Vol.17 関西臨床スポーツ医・科学研究会

目 次

1.	アメリカンフットボールにおける足関節・膝関節靭帯損傷の特徴について 岸本	恵一	他1
2.	大腿直筋内側筋膜および軟部組織へのダイレクトストレッチの影響		
	- 端座位膝関節自動伸展運動における変化について - ・・・・・・・・・・・中尾	哲也	他5
3.	若年スポーツ選手における生活習慣病危険因子の検討	彩美	他9
4.	思春期女性の踵骨骨評価値におよぼす利き足の影響 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	美佳	他 11
5.	サッカー選手に発症した巨大腓骨筋腱滑車による腓骨筋腱腱鞘炎の1例 二階	堂亮平	他 13
6.	大学サッカー選手における足部形態とスポーツ傷害の関係 藤高	紘平	他 17
7.	内臓脂肪を考慮した体格と体力との関係 岩根	幹能	他 21
8.	2型糖尿病のインスリン抵抗性と動脈壁硬化に対する運動療法の効果横山	久代	他 25
9.	大学ラグビー選手における筋挫傷の実態 笠次	良爾	他 29
10.	大学男子バレーボール選手におけるハムストリングスの		
	レジスタンスダイナミックスストレッチング法(RDS法)の効果森北	育宏	他 33
11.	学生アメリカンフットボールチームの競技復帰にクリティカルパスを導入して … 日下	昌浩	他 37

シンポジウム		
メタボリックシンドロームと運動療法:内科の立場から上嶋	健治	41
運動療法を行ううえでの整形外科的注意点・・・・・・・・・・・・・・・・・・吉矢	≖一	45
特別講演		
臨床糖尿病の立場からみたメタボリックシンドローム		
その臨床的意義と運動の果たす役割田中	史朗	47

アメリカンフットボールにおける足関節・膝関節靭帯損傷の特徴について

貴島病院本院 リハビリテーション科 ダイナミックスポーツ医学研究所 大阪産業大学 人間環境学部 びわこ成蹊スポーツ大学 競技スポーツ学科 岸本 恵一 日下 昌浩・大久保 衞 大槻 伸吾 大久保 衞

貴島病院本院 整形外科 辻 信宏・田中 一成

はじめに

アメリカンフットボール (以下AF) は激しい身体接触が魅力のスポーツである。近年はレジスタンストレーニングなどの本格的導入によりその魅力はさらに増しつつあると思われる。しかし、AFの魅力である激しい身体接触は重篤な外傷を引き起こす可能性も内在している。その中でも膝関節、足関節の外傷は受傷頻度が高い^{1)。2)}.

本調査では、一大学チームの過去8年間の外傷・障害発生調査より、膝・足関節外傷の受傷時の状況などを検討し、 今後の傷害予防の一助とすることを目的とした.

対象および方法

対象は関西学生AF連盟二部リーグに所属する一チームである. 1998年から2005年(8年間)までに発生した633例の外傷・障害から、足関節靭帯損傷70例、膝MCL損傷18例およびPCL損傷11例について受傷時の活動状況、月別・ポジション別・学年別の受傷状況を調査した.また復帰に要した日数、再発の有無などについても併せて

調査した.

結 果

受傷を活動状況別にみると、足関節靭帯損傷は31例 (44.3%) が試合時、39例 (55.7%) が練習時での受傷であった。また試合時の受傷クォーター(以下Q)は、第1Qでの受傷が3例、第2Qが4例、第3Qが6例、第4Qが5例、Q不明が13例であった。MCL損傷では試合時13例 (72.2%)、練習時5例 (27.8%)と、試合時の受傷が圧倒的に多かった。受傷Qは第1Qが1例、第2Qが2例、第3Qが2例、第4Qが4例、Q不明が4例であった。PCL損傷は試合時4例 (36.4%),練習時7例 (63.6%)と、MCL損傷とは逆に練習時の受傷頻度が高いことが分かった。受傷Qは第2Qが1例、第4Qが2例、また不明が1例あった。

受傷を月別でみると、3損傷とも $5 \cdot 6$ 月、また $9 \sim 11$ 月の試合時期に一致して発生頻度が高かった。特に PCL損傷では $5 \cdot 6$ 月の春季試合時期に多い傾向であった(図1).

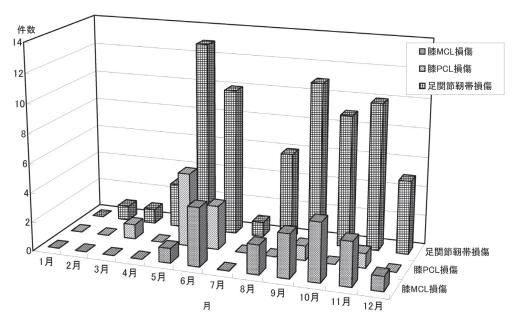


図1. 月別受傷件数

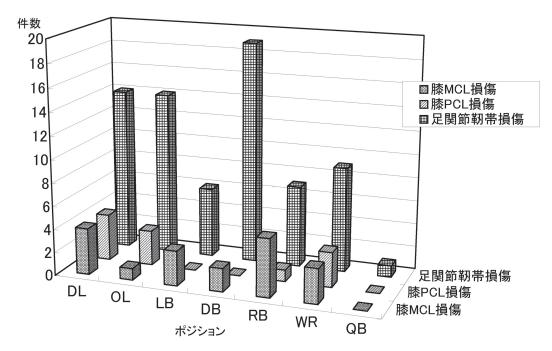


図2. ポジション別受傷件数

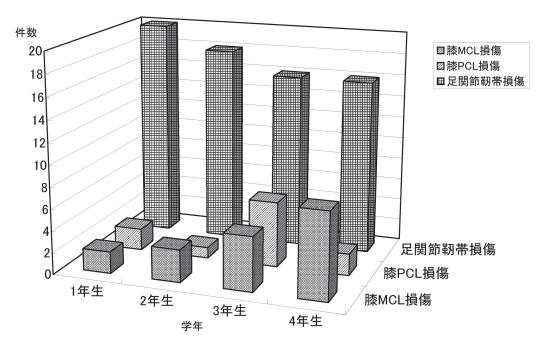


図3. 学年別受傷件数

ポジション別では、足関節靭帯損傷はDBとOLおよび DLに多く、MCL損傷ではRBとDLに、PCL損傷ではDL に多く発生していた(図2).

学年別では、足関節靭帯損傷は各学年に満遍なく発生していた。MCL損傷は学年の進行に伴い増加する傾向にあり、PCL損傷では3年生に多発していた(図3)。

各損傷の平均復帰週数は、足関節靭帯損傷 2.0 ± 0.2 週、MCL損傷 2.8 ± 0.5 週、PCL損傷 5.9 ± 1.1 週であった。

再発回数については、足関節靭帯損傷延べ70例中15例 が再発、平均の再発回数は2.5 ± 0.2回であった。MCL損 傷では延べ18例中2例に再発があった。PCL損傷に再発例はなかった(図4).

考 察

受傷を月別で見ると春・秋季の試合時期に多く、下條らの報告³⁾と一致していた.

平均の復帰週数についてはやや早期の傾向にあった。黒澤 4) はMCL損傷について、 I° 損傷で $4\sim6$ 週間、 II° 損傷では $6\sim8$ 週間が多かったとしている。本調査では

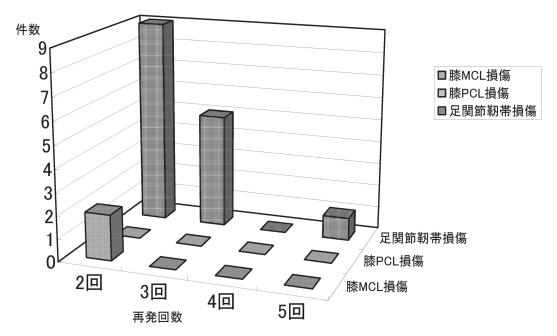


図4. 損傷別再発回数

 I° 損傷で 2.7 ± 0.8 週, II° 損傷で 4.8 ± 3.0 週であった. これは調査したチームの選手数が非常に少なく,受傷が試合時期と重なったことで必然的に出場を強いられたことなどが関係していると思われる. しかし全例プレー復帰できており,予後不良例もなく相応のパフォーマンスは発揮できていると見受けられた. 明確な復帰の指針に関しては,長期予後も含め今後更なる検討が必要であろう.

各疾患別でみると、足関節靭帯損傷は学年に関係なく発生し、再発率が高いことが分かった、経験年数とは関係なく発生していることは、下級生においては技術の未熟さとともに下肢筋力の脆弱性が、また上級生においては早期の復帰を望む傾向があり、その代償として弛緩性を有した状態でプレーを継続していることが関係するのではないかと考えられた、またそのことが再発率の高さとも関係していると推察された、受傷状況としては、練習時が39例(55.7%)、試合時が31例(44.3%)と大きな差異を認めなかった、以上より予防対策を考える場合には、練習試合を問わずテーピングなどの外的装具を使用すること、また適切なリハビリテーションを実施した上で復帰する風潮をチームに浸透させることが必要ではないかと考えられた。

MCL・PCL損傷では上級生に多く発生する傾向があり、 黒澤の報告⁴⁾ と一致している. 上級生では試合出場の頻 度が高いこと、また練習においてもより実践的な練習内 容に参加する頻度が高いことなどが関係していると考えられた. 本調査ではMCL損傷は試合時に多く、練習時に少ない傾向にあった. 練習時ではタックルなどのフルコンタクトを制限しており、試合に比べ外力が少ないことが関係しているのではないかと考えている. またPCL損傷が練習時に多く発生していることは、AF特有の動きが関係し ていると思われる。AFにはOLとDLが低い姿勢から1対1で当たり合う練習が存在し、手を先に差し出すことが基本とされている。その状態で転倒すれば地面への最初の接地が膝前面となりやすい。DLはOLの動きを見て動作を開始するため、より低位置となることが多い。本調査でもDLの受傷率が高く、また受傷機転としても膝前面からの転倒が63.6%であった。このことからAF特有の練習形態がPCL損傷に関係していると推察している。また春季に多いのは、技術練習開始当初で競技特有の身体操作、所謂"受身"の動作が適切に出来ていないことも関係しているのではないかと考えられる。予防対策としては、練習時のコンタクト制限、Knee brace などの外的装具の装着、特に膝前面を覆うようなものが望ましいだろう。また1対1の当たり合い練習の場所を人工芝などに変え、転倒時の衝撃を和らげることも有効かもしれない。

受傷時の状況などから足関節・膝関節の靭帯損傷について検討してきたが、今後はこれらより考察した予防対策の効果についても検討を加えていく必要があるだろう.

参考文献

- NCAA: INJURY SURVEILLANCE SYSTEM, Football, 2005 - 06
- 2) 黒田ら:大学アメリカンフットボールにおける部位別外傷発生状況—4年間の外傷発生調査から—. 日本臨床スポーツ医学会誌13:17-23, 2005.
- 3) 下條ら: アメリカンフットボールのスポーツ外傷. 臨床スポーツ医学10:463-468, 1993.
- 4) 黒澤: アメリカンフットボールにおける膝外傷—その実態と 予防策—. 臨床スポーツ医学12:21-26, 2005.



大腿直筋内側筋膜および軟部組織へのダイレクトストレッチの影響

- 端座位膝関節自動伸展運動における変化について -

友紘会総合病院 リハビリテーション科 常盤会学園大学 国際コミュニケーション学科 大阪教育大学 教養学科 びわこ成蹊スポーツ大学 競技スポーツ学科 中尾 哲也 加藤 達雄 西島 吉典 大久保 衞

はじめに

圧痛や運動時痛が生じる部位に隣接する腱または筋の間に指を押入れ、筋膜を含めた軟部組織をダイレクトにストレッチすることは、その圧痛や運動時痛を軽減する.また、固有筋のスタティックストレッチを行う前に隣接する筋膜のダイレクトストレッチを行うと、スタティックストレッチ時の痛みを軽減することや隣接する筋の力を発揮しやすくすることがある.特に大腿前面筋膜を意識し、軟部組織のダイレクトストレッチを行うことで端座位での膝関節自動伸展角度が向上し、その運動が円滑に行えることなども経験している.

今回は大腿二頭筋や半腱様筋、半膜様筋などの伸張運動を行うことなく大腿直筋内側筋膜および軟部組織を伸張するようダイレクトストレッチを行い、その後の膝関節自動伸展運動時の角度や自覚症状、筋電図的変化を確かめたので報告する.

方 法

1)角度測定

本研究の目的に同意を得た健常男性18名(21~44歳) を対象とした. 水平に置かれたベッド上で被験者を下垂座 位にさせた. 両上肢で体側に置かれたプッシュアップ台 を保持し骨盤を前傾させた. そのとき験者は骨盤前傾角度 を角度計(ANGLE FINDER Mitsutomo製)にて確認し、 骨盤前傾位を保持させた(図1). 骨盤を固定し自動運動 にて最大努力し、両膝関節を伸展させた、補助者はそのと きの両膝関節伸展角度を測定した. 次に、被験者の両手を 後方に支持させ長座位にし、大腿前面の筋を弛緩させた. 験者は右大腿直筋内側縁近位から遠位に沿って大腿骨へ 垂直および大腿直筋の裏面に験者の母指を入れるよう圧 迫した¹⁾. その実施時間は1分とし、圧迫強度は被験者に 痛みを感じさせない程度で実施した(図2). その後、再 度端座位での両膝関節自動伸展角度を計測した. さらに 左大腿直筋内側縁を上記同様に圧迫したのち、再度端座位 での両膝関節自動伸展角度を計測した。測定単位は1度で 行った. 各々の測定で膝関節伸展時の自覚症状も確認した.



図1. 両膝関節自動伸展角度測定



図2. 右大腿直筋内側筋膜ダイレクトストレッチ

2) 筋電図測定,解析

本研究の目的に同意を得た健常男性10名(20~52歳)を対象とした。水平に置かれたベッド上で被験者の両手を後方に置き下垂座位にさせた。2.5キロの砂嚢を両足首に固定し、自動運動にて下垂位から膝関節伸展-45度位で保持させ両側内側広筋、外側広筋、大腿直筋の筋活動を筋電計(携帯型テレメータシステムFLA-512フルサワラボ・サプライ社製)より導出した。表面電極(フルサワラボ・

サプライ社製)は電極間距離2センチにし貼り付けた(図3). 導出した筋活動の5秒間の平均積分値を分析ソフト(生体信号測定ソフトウェアFurusawa Bioフルサワラボ・サプライ社製)を用いて算出した^{2),3)}. なお, サンプリング周波数は1000Hz/秒で取り込みその後データをスムーズドウェーブ化し, 3Hz以下のデータは削除し解析した.次に,被験者を長座位にし,大腿前面の筋を弛緩させた. 験者は右大腿直筋内側縁近位から遠位に沿って大腿骨へ垂直および大腿直筋の裏面に験者の母指を入れるよう圧迫した. その実施時間は1分とし, 圧迫強度は被験者に痛みを



図3. 筋電図測定

感じさせない程度で実施した. その後, 再度両膝関節自動 伸展を行い膝伸展角度-45度位で保持させ, その時の筋活動を導出し平均積分値を算出した. さらに左大腿直筋内側縁を上記同様に圧迫したのち, 再度両膝関節自動伸展を行い膝伸展角度-45度位で保持させ, その筋の筋活動を導出し平均積分値を算出した. 各々の測定で膝関節伸展時の自覚症状も確認した.

右側のみにダイレクトストレッチを加えた後、両膝関節自動伸展時の左右各々の平均積分値に差があると仮定し、右側ダイレクトストレッチ実施後左右各々の筋平均積分値の活動比率との差の値と、両側にダイレクトスイッチを加えた後、左右各々の筋平均積分値の活動比率との差の値に有意な違いがあるか比較するためにWilcoxonの符号付順位検定を用いた。なお右、左のダイレクトストレッチを加えた後、左右各々の筋の積分値はダイレクトストレッチを加える前に導出した左右各々の筋の積分値で除し、その値を活動比率とした。

結 果

1)角度測定

膝関節自動伸展角度(以下、角度とする)が向上したのは18例中14例. 軽く上がるなどの自覚症状がよくなったのは18例中14例. 角度と自覚症状がよくなったのは18例中11例. 症状または角度がよくなったのは18例中17例. 角度がよくならなかったのは18例中4例で、その内症状もよくならなかったのは1例であった(表1).

表 1. 両膝関節自動伸展角度, 自覚症状

症例ごとの年齢,骨盤前傾角度,ダイレクトストレッチ前の両膝関節自動伸展角度,右ダイレクトストレッチ後の両膝関節自動伸展角度とその左右差,左ダイレクトストレッチ後の両膝関節自動伸展角度とその左右差,実施時の自覚症状を示す.

case	age	S-Angle	Pre. R/L	Rt. D · S	Dif.	Lt. D · S	Dif.	Subject
1	31	15	50/50	47/50	3	47/47	0	?
2	27	10	25/25	20/25	5	20/20	0	詰まりなくなり,楽にあがる.
3	21	10	25/25	20/25	5	20/20	0	プルプルしなくなった.
4	35	10	40/40	37/40	3	30/30	0	?
5	33	15	45/45	35/35	0	40/40	0	軽くなった.
6	44	20	35/35	30/30	0	27/27	0	突っ張りなくなり,楽にあがる.
7	32	10	40/40	35/40	5	33/33	0	軽くなった.
8	25	10	55/55	47/55	8	50/50	0	プルプルしなくなり,軽くあがる.
9	41	10	40/40	35/40	5	35/35	0	楽にあがる. しない方がきつい.
10	30	15	25/25	25/25	0	30/30	0	?
11	32	25	40/40	30/40	10	30/30	0	前の突っ張り感がなくなった.
12	32	10	40/40	35/40	5	35/35	0	プルプルしなくなった.
13	30	10	52/52	52/55	3	50/50	0	?
14	22	5	30/30	30/32	2	27/27	0	楽にあがる. 柔らかくなった.
15	33	10	45/45	45/50	5	45/45	0	大腿中央の突っ張りなくなった.
16	27	10	40/40	35/40	5	35/35	0	上げやすくなり、詰まり感がなくなった.
17	26	10	38/38	32/37	5	35/35	0	抵抗がなくなり,上げやすくなった.
18	30	10	35/35	32/32	0	28/28	0	プルプルしなくなった.

2) 筋電図測定

ダイレクトストレッチ後の膝関節自動伸展時には10例中9例が上げやすくなったと感じたが、1例はよく分からないとの訴えであった.

右大腿へのダイレクトストレッチを実施した後,両膝関節伸展時の右脚の活動比率とダイレクトストレッチを実施していない左脚の活動比率との差のデータと左大腿へのダイレクトストレッチを実施した後,両膝関節伸展時の左脚の活動比率と既にダイレクトストレッチが実施されている右脚の活動比率との差のデータ間で内側広筋において,筋活動比率低下に有意な差を認めたが外側広筋や大腿直筋においては有意な差は認められなかった(表2).

表2. 筋活動比率比較

内側広筋,外側広筋,大腿直筋それぞれの右ダイレクトストレッチ後の筋活動比率の左右差の平均と標準偏差,左ダイレクトストレッチ後の筋活動比率の左右差の平均と標準偏差,検定結果を示す.

	D · S(Rt.)	D·S(Lt.)	T test
	${\sf Mean} \pm {\sf SD(R\text{-}L)}$	${\sf Mean \pm SD(R-L)}$	
VM	-0.2±0.3	0±0.2	P< 0.05
VL	-0.2 ± 0.3	-0.3 ± 0.6	N.S.
RF	0.1 ± 0.6	0 ± 0.4	N.S.

VM : Vastus Medialis , VL : Vastus Lateralis , RF : Rectus Femoris D. S. : Direct Stretch

考 察

筋膜や軟部組織に緊張の強い部分が存在すると,隣接する筋が収縮する際に筋腱の滑走方向が歪められる。そして繰り返される筋収縮により,その周辺軟部組織や筋腱付着部に対しストレスを生じさせ筋膜や軟部組織の緊張部位をより広げると考える。さらに,それらの負荷に耐える強度を確保するために,筋膜の肥厚が生じる可能性も考えられる。部分的あるいは全体的に筋膜の緊張を適切に軽減させることでその周辺軟部組織や筋腱付着部へのストレスを軽減し,その部位またはその周辺の痛みや炎症を抑えることができると考える。

筋の起始停止を引き離す伸張運動を行うことで、筋を伸張することは出来ると考える.しかし、それだけでは痛みが生じ効率的に伸張できない場面も多く見受けられると共に、組織に不適切な伸張を加える可能性も考えられる.筋と筋や腱と腱の間に指を押入れ筋膜などの軟部組織を伸張することにより、起始停止を引き離す伸張運動時には痛みが生じ難く、さらに関節自動運動時には力を発揮しやすくなることを経験している.

今回の研究から、拮抗筋であるハムストリングスへのストレッチを実施することなく、大腿直筋内側筋膜のダイレクトストレッチにより膝関節自動伸展角度が上昇し伸展しやすくなるという結果を得た。

今回の方法では力が入れやすくなり、パフォーマンスが

向上したと考える。さらに筋電図から両膝関節自動伸展時に内側広筋の活動比率が低下する結果を得た。これは、筋膜の柔軟性が適度に向上したことにより隣接する筋同士の干渉が低下し、その筋のもつ収縮効率が上昇したため一定負荷での筋活動が低下した可能性が考えられる。また、筋膜を通過する部分での末梢神経伝導が阻害されにくくなったことも考えられる。

今回の研究から外側広筋や大腿直筋においては筋の活動 比率の低下を確かめることはできなかった。ダイレクトス トレッチの部位が大腿直筋の内側軟部組織であったため、 外側広筋への影響はでなかったと考える。大腿直筋におい ては、二関節筋であり座位では股関節が屈曲していること によりダイレクトストレッチ実施前より筋膜のゆとりがあ り、影響を受けなかったと考える。

スタティックな筋の伸張や直接的な筋の圧追やマッサージは力を発揮しにくくすることがある。一般的な筋のスタティックな伸張運動やマッサージはその後のリラクゼーションが促され、副交感神経を優位にすることでその後のパフォーマンスが低下する可能性が考えられる。またスタティックな伸張運動は一時的な筋の疎血や末梢神経伝導の阻害を招き、末梢神経や筋の疲労を生じさせる可能性も考えられる。さらに持続的な伸張運動により遅発性筋痛が生じる場合もある。本来の筋の持っている運動方向を歪められた状況下での持続的な、あるいは強い伸張は筋膜の過剰な伸張をもたらし、組織に微細な損傷を加える可能性があると考える⁴⁾。従って、ストレッチ持続時間や強度、その他の工夫が必要である。しかし、それらが適切に実施されればその後のパフォーマンスの低下を防ぐだけではなく、パフォーマンスを高めることはできると考える。

今回の研究で用いている筋と筋の間に指を押入れ、筋膜を含めた軟部組織をストレッチすることは自己にて容易に実施することができる。どの部位にどれくらいの時間をダイレクトにストレッチすれば効果的かを個々に判断しておく必要はあるが、治療場面だけでなく練習や運動前、競技直前の準備方法の一つとしても用いることができると考える。今後さらに筋膜のダイレクトストレッチと筋力の関係や、他部位のダイレクトストレッチの効果と共に、筋実質の圧迫等のマッサージ、大腿前面筋のスタティックストレッチやダイナミックストレッチによる膝関節や股関節への影響などと比較し、よりよい治療方法を検討したい。

参考文献

- 1) 金子丑之助 (原著), 金子勝治, 縄田真澄 (改訂): 日本人体 解剖学 (上巻) 下肢の筋膜 pp 386 - 387, 2003, 南山堂, 東京.
- Carlo J. De Luca: The use of surface electromyography in biomechanics. Journal of Applied Biomechanics, 13, 135 -163, 1997.
- 3) 田島達也 (監訳): 筋電図のための解剖ガイド〜四肢〜, 1985. 西村書店, 新潟.
- 4) 奈良勲, 黒澤和生, 竹井仁 (編集): 系統別・治療手技の展開 pp 87-150, 2005, 協同医書出版社, 東京.

若年スポーツ選手における生活習慣病危険因子の検討

和歌山県立医科大学 保健看護学部

古家 彩美・岩田麻衣子・淡路 水須・高橋 直子

石井 敦子・有田 幹雄

和歌山県立医科大学 公衆衛生学教室

西尾 信宏

角谷整形外科病院

瀬藤病院

中村 千種 左海 伸夫

目 的

肥満は、高血圧症、高脂血症、耐糖能異常、インスリン抵抗性、高インスリン血症と深く関係し、動脈硬化などの生活習慣病の重要な基盤と考えられている。また、若年者における肥満が成人肥満に移行する可能性が高いとの報告もある^{1)~6)}.

遺伝的素因や食生活なども動脈硬化に関与している。一方、習慣的な運動は動脈硬化の進行を抑制し、生活習慣病の予防や治療を通して、心血管系事故の発症を減らす効果があることが知られている。そこで、普段から日常的に比較的激しいトレーニングを行っている現役の若年スポーツ選手において、日常生活からみた生活活動強度区分別に生活習慣病の危険因子を検討した。

対象と方法

2003年から2007年の5年間に渡り、15~18歳の男子 スポーツ優秀選手(県下における国体出場選手)157名を 対象とし, 身長, 体重, 体脂肪率とともに, 収縮期血圧 (SBP) 及び拡張期血圧 (DBP), 脈拍を測定した. 早朝空腹時に 採血を行い、総コレステロール (TC)、HDLコレステロー ル (HDL), 中性脂肪 (TG), 空腹時血糖 (FPG), インス リン (IRI), 尿酸を測定し, インスリン抵抗性 (HOMA-R), LDLコレステロール (LDL) を計算により求めた. また, Weider: Training Bible による「日常生活から見た生活活 動強度区分と競技スポーツ種目分類」(表1)を用いて, 生活活動強度が強いスポーツ種目である柔道・相撲・レス リングを V群 (40名), 生活活動強度がやや重い体操・ソ フトテニス・フェンシングをⅢ群(43名), 生活活動強度 が重いその他のスポーツ種目をⅣ群(74名)として分類し、 3 群間の生活習慣病危険因子の特徴を比較検討した. 測定 値は平均 ± 標準偏差で表し、統計学的検討にはt-testを 使用し、有意水準5%未満で有意差ありとした.

結 果

BMIは、 III 群 20.7 ± 1.4kg/m²、 IV 群 21.6 ± 1.8kg/

表1. 生活活動強度区分と競技スポーツ種目別分類

生活活動強度	スポーツ種目
I (軽い)	30 分歩行
Ⅱ (中等度)	60分歩行, 軽スポーツ
Ⅲ(やや重い)	体操競技,フェンシング,テニス
Ⅳ(重い)	バスケットボール, バレーボール, ソフトボール, その他
V (強い)	レスリング,柔道,相撲

※ Weider: Trainin.Bible (1986) より改変

m², V群29.0±6.9kg/m²であった. 体脂肪率は, Ⅲ群 15.3 ± 5.2%, IV群20.0 ± 5.3%, V群29.8 ± 11.5%で あった. SBPは、 Ⅲ 群 118.8 ± 10.2mmHg, Ⅳ 群 122.8 ± 10.2mmHg, V群131.8 ± 15.3mmHg, LDLは, Ⅲ群 81.7 ± 18.6mg/dl, IV 群 89.6 ± 25.7mg/dl, V 群 106.3 ± 28.6mg/dl, IRIは、 III 群 7.6 ± 4.0 μ U/dl, IV 群 6.5 ± $2.9 \mu \text{ U/dl}$, V 群 $9.9 \pm 6.1 \mu \text{ U/dl}$ であった。BMI・体脂 肪率・SBP・LDL・尿酸において、V群は、他の2群に比 べ有意に高値を示した (P < 0.01). IRI・HOMA - R にお いても、 V群はⅢ群 (P<0.05)・N群 (P<0.01) に比 べ有意に高値を示した. また、HDLにおいては、V群が 他の2群に比べ有意に低値を示した(P<0.01). 脈拍(P <0.05) · TC (P<0.01) において, V群がⅢ群に比べ 有意に高値を示した. DBPにおいては. Ⅲ群がⅣ群 (P< 0.01) · V群 (P<0.05) に比べ有意に低値を示し、TG においても、 Ⅲ群が IV 群 (P < 0.05) · V 群 (P < 0.01) に比べ有意に低値を示した. FPGにおいては、3群間に おいて有意な差は見られなかった(表2).

考 察

今回,若年スポーツ選手157名を対象とし,生活習慣病 危険因子について,「日常生活から見た生活活動強度区分 と競技スポーツ種目分類」(表1)を用いて検討した.運 動強度の分類上,重いと強いを分類基準として用いること には問題があるが,適当な区分が見当たらないため,本検

表2.3群間における測定結果

BMI (kg/m2)	20.7±1.4	21.6±1.8	29.0±6.9**††
体脂肪率(%)	体脂肪率(%) 15.3±5.2		29.8±11.5**†
収縮期血圧(mmHg)	118.8±10.2	122.8 ± 10.2	131.8±15.3**††
拡張期血圧(mmHg)	63.5±7.0	69.2±7.5	69.0 ± 9.7 *
脈拍(回/分)	62. 4 ± 8. 0	65.6±10.7	68.1 ± 9.7 *
TC (mg/dl)	163. 4 ± 24. 4	171.4±30.5	182.6±30.0 * *
HDL (mg/dl)	71.5±15.0	69.7 ± 14.6	63.0±10.2**††
LDL (mg/dl)	81.7±18.6	89.6±25.7	106.3 ± 28.6 * * † †
TG (mg/dl)	50.9 ± 19.5	60.3±30.0	66.8±30.3**
FPG (mg/dl)	88.5±9.5	89.1 ± 6.2	91.7±9.5
尿酸(mg/dl)	5.7±1.1	5.8±1.1	6.5±1.3**††
IRI (μ U/dl)	7.6±4.0	6.5±2.9	9.9±6.1*†
HOMA — R	1.6±0.8	1.4±0.7	2.3±1.4*††

Ⅲ群vs V群:*P<0.05

**P<0.01 IV群vsV群: † † P<0.01

討ではこの分類を用いた.

競技種目別では、生活活動強度の強い V 群は、他の 2 群に比し、BMI・体脂肪率・SBP・LDL・IRI・HOMA-R·尿酸は有意に高値を示し、HDLは有意に低値を示した. このことより、 V群では、 肥満、 高血圧、 高インスリン血 症といった生活習慣病のリスクが大であることが示唆され た. 従来, 高脂血症, 高血糖, 高血圧, 喫煙などの個々の 危険因子の集積が冠動脈疾患のリスクを相乗効果的に上昇 させると言われていた. 近年, 生活習慣病として注目され ているメタボリックシンドロームの概念では、腹部肥満つ まり内臓脂肪の蓄積がこれら危険因子の基盤であるとされ ている⁷⁾. V群は、レスリング、柔道、相撲を競技種目と しているが、これらの競技では、身体の大きいことが有利 とされるため、体を重くするために筋肉だけの増量では不 十分で、脂肪の増量が伴う傾向にあるといわれている⁸⁾. このような競技種目の特性により、今回の研究結果におい ても、V群では、BMI、体脂肪率が他の2群に比べ、有意 に高値を示したものと推察される. さらに肥満は、単独で も心疾患および突然死の危険因子となる^{9),10)}. また, 若 年肥満は, 高率に成人期にトラッキングし, 成人肥満の 1/3程度は小児肥満から移行していると考えられてい る11). 運動種目によっては、このように高頻度にトレー ニングを行っていても、競技引退後、内臓脂肪の蓄積が、 生活習慣病を発症させる危険がある. このことより、 若年 のスポーツ選手においても, 競技引退後や将来において, 生活習慣病や心血管系合併症を発症する危険性が考えられ るため、若年より内臓肥満に関連した危険因子を減らすな どの予防を考慮する必要性が考えられる.

参考文献

- 1) Siwaku K, Anuurad E, Emkhmaa B, et al.: Overweight Japanese With body mass indexes of 23.0-24.9 have higher risks for obesity-associated disorders: a comparison of Japanese and Mongolians. Journal of Obesity Related Metabolic Disorder 2004; 28 (1): 152-158
- 2) Anuurad E, Siwaku K, Nogi A, et al.: The New BMI Criteria for Asians by the Regional Office for the Western Pacific Region of WHO are Suitable for Screening of Overweight to Prevent Metabolic Syndrome in Elder Japanese Workers. Jounal of Occupation Health 2003; 45: 335-343
- 3) Hubert, H. B., et al.: Obesity as independent risk factor coronary disease: a 20-year follow up of participants in the Framingham Heart Study. Circulation 1983; 67: 968-973
- 4) Dietz, W. h.: Childhood obesty: Susceptibility, cause and management. J. Pediatr. 1983; 105:676-685
- 5) 冨樫健二, 増田英成, 藤原隆夫, 他: 肥満小児の体脂肪分布 と生活習慣病リスクファクターに関する研究, デサントス ポーツ科学, 20:159-167, 1983.
- 6) 谷川美香ら:若年スポーツ選手における競技種目別生活習慣 病危険因子の検討, 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌15: 15-17 2005
- 7) メタボリックシンドローム診断基準検討委員会:メタボリックシンドロームの定義と診断基準,日内会誌,94:794-809,2005.
- 8) 北川薫:身体組成とウエイトコントロール~子どもからアス リートまで~, 121頁, 1994, 太田博
- 9) 村山正博,笠貫宏:心臓性突然死,132-133頁,医学書院
- 10) 坂本静男:スポーツ中でなぜ死ぬの運動中の突然死を防ぐには、15-29頁、メトロポリタン出版
- 11) 大関武彦ら: 我が国における小児肥満の現状と対策, 日本臨床, 64巻増刊号9, 726頁, 2006.

思春期女性の踵骨骨評価値におよぼす利き足の影響

武庫川女子大学 健康科学研究会 武庫川女子大学 生活習慣病オープン・リサーチ・センター 十河 美佳・相澤 徹

学 生活習慣病オープン・リサーチ・センター 相澤 徹・松本 裕史・會田 宏・田中 繁宏 武庫川女子大学 文学部健康・スポーツ科学科 十河 美佳・相澤 徹・有吉 恵・木下真理子

十河 美佳・相澤 徹・有吉 恵・木下真理子 葛間 理代・松本 裕史・會田 宏・徳家 雅子

田中 繁宏

はじめに

骨粗鬆症とは骨量の減少、骨の微細構造の劣化の二つの 特徴がある全身性の骨の疾患で、この二つの原因で骨の脆 弱性が増し、骨折の危険性が増加した状態のことである.

骨粗鬆症では、骨折が生じやすくなり、その骨折や疼痛 は生活の質を低下させるため、骨粗鬆症対策は医療のみな らず、社会的にも重要な問題になってきている.

これまで骨粗鬆症の予防は、閉経後の骨量減少を可能な 限り抑制することを目標に進められてきた.

しかし、最大骨量の獲得が低い状態の中で中高年期を迎えてからの予防には限界がある。そこで、近年では骨粗鬆症の予防として思春期において、最大骨量をいかに多く獲得するかという積極的な一次予防法に焦点が当てられるようになってきている¹⁾.

思春期に運動をすることは骨に対しての血流がよくなることは勿論,各細胞の働きも活発になり,カルシウムの沈着率もよくなると考えられている。中学校期および高等学校期のスポーツ活動が骨密度の獲得にとって非常に重要な要因であることが示唆され、骨密度に対して最も強い正の影響が認められると報告されている²⁾.

現在、超音波法にて踵部の骨評価値を測定する際に用いる機器では、利き足に関係なく右足で測定を行っている。しかし、テニスや野球など左右非対称の動きが主動作である種目では、上肢の骨密度に左右差が生じる事が報告されている³⁾. さらに、女子高校生を対象にした調査で、運動部で活動している生徒は非運動部の生徒よりも高い骨密度であることも報告されている。以上のことから骨評価値上昇期である思春期に利き足、非利き足の左右差を考慮せずに右足の骨評価値のみを測定することに疑問を感じた。

以上のことから、利き足と運動習慣が、骨評価値に何らかの影響をあたえるのではないかと考え、調査、分析を行った.

対象および方法

調査対象は中学一年から高校三年までの生来健康な思春 期女性249名(年齢14.6±2.0歳)である.対象者には, 事前に研究に関する説明会を実施し、研究に関する説明書と同意書を配布した.本人および保護者から同意の得られた者のみを本研究の被験者とした.

骨量の評価は、超音波法による超音波踵骨骨密度測定装置を使用し(アロカAOS-100、ALOKA、JAPAN)、右踵骨で測定を行った。

運動習慣に関する4項目と利き足に関する10項目を自記式アンケートで行った。なお利き足に関するアンケートではウォータールー利き足質問紙を使用した。アンケート用紙は骨評価値の測定後に記入。後日回収した。

踵骨骨評価値の指標である骨の密度を反映する超音波伝搬速度(以下SOS),骨の量を反映する超音波透過指標(以下TI),骨の密度・量の両方を反映する踵骨音響的骨評価値(以下OSI),と運動習慣、利き足についてのアンケート項目の関連性を検討した。

なお、統計解析にはStatcel 2 Windows版(オーエムエス出版、日本)を使用した.

結 果

ウォータールー利き足質問紙を分析すると、右足を利き足とする者 137名、左足を利き足とする者 112名であった.

過去から現在にかけて継続的に週3回以上の運動習慣のあるものを運動群とし、過去から現在にかけて一貫して運動習慣のないものを非運動群とした。(表1)

運動群, 非運動群の骨評価値をSOS, TI, OSIのそれぞ

 運動群
 非運動群
 合計(人)

 右利き
 82
 55
 137

 左利き
 77
 35
 112

 合計(人)
 159
 90
 249

表1. 被験者の群分け

れで解析した.

右利きの被験者の右足を検討した場合SOS, TI, OSIの全てにおいて, 運動群の方が非運動群より有意に高い値となり運動習慣の有無で骨評価値に有意な差が認められた. (図1)

しかし、左利きの被験者の右足を検討した場合は、SOS、TI、OSIの全てにおいて、運動群と非運動群で運動習慣の有無によって有意な差は認められなかった。(図2)

考 察

今回の研究では右足を利き足とする被験者において運動習慣の有無で骨評価値に有意差が見られた.しかし、左足を利き足とする被験者において、運動習慣の有無で骨評価値に有意差は見られなかった.

このことは、左足を利き足とする者において運動による影響は非利き足である右足の骨評価値に反映されていないと考えることができる.

その原因として、左足を利き足とする者において、右足の骨評価値には運動習慣が実際に影響を与えないことは否定できない。し、本研究では被験者が少なくデータにばらつきがあること、骨評価値測定のスタンダードであるDXA法に比べて、今回使用した超音波法に比べて、今回使用した超音波法超音波法の限界等も考慮する必要があると考えられる。

超音波法による踵骨骨評価値の 測定では、利き足を考慮しなけれ ば骨評価値の正しい評価ができな いと考えることができた.

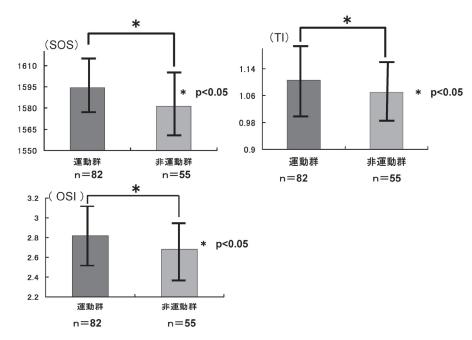


図1. 利き足が右の被験者の骨評価値の検討

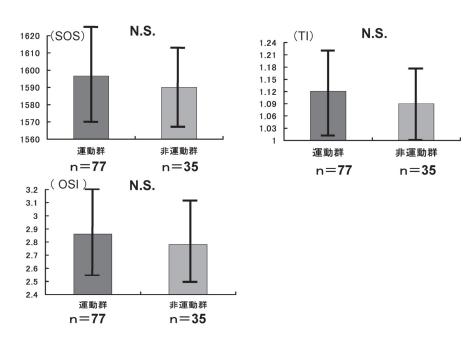


図2. 利き足が左の被験者の骨評価値の検討

参考文献

- 1) 井深英治, 大井田隆, 三宅健夫, 鈴木健修, 元島清香, 原野悟, 横山英世, 兼板佳孝, 金子明代, 武田文: わが国の大学生に おける踵骨音響的骨評価値と生活習慣との関連性, 日本公衛 誌, 第51巻, 第9号, p.764-772: 2004
- 2) 中比呂志, 伊木雅之, 森田明美, 玉置淳子, 池田行宏: 高校 生における腰椎および大腿骨近位部骨密度とその決定要因の 縦断的研究—中学・高校期のスポーツ活動に焦点をあてて—, デサントスポーツ科学, vol 26, p. 85 - 94: 2005
- 3) 宮本賢作, 森諭史, 山神眞一, 百鬼史訓, 田中聡, 阿部純也, 山田英司, 有馬信男, 辻仲太郎, 真柴賛, 河西純, 秋山知之, 小松原悟史, 岩田憲, 乗松尋道:小,中,高校生剣道選手の 踵骨骨量の左右差に関する研究(運動器),体力科学,第52巻, 6号, p.862:2003

サッカー選手に発症した巨大腓骨筋腱滑車による腓骨筋腱腱鞘炎の1例

大淀病院 整形外科 二階堂亮平

済生会奈良病院 整形外科 杉本 和也・岩井 誠・藤間 保晶・岡橋孝治郎

宗本 充

奈良県立医科大学 整形外科 笠次 良爾

三馬整形外科 三馬 正幸

はじめに

今回われわれはサッカー選手に発症した巨大腓骨筋腱滑車による腓骨筋腱腱鞘炎の稀な1例を経験したので、若干の文献的考察を加えて報告する.

症 例:21歳男性,大学サッカー選手.

主 訴:右足関節外側の運動時痛.

現病歴:サッカー中に右第5趾痛を自覚したが、そのままプレーを継続していた。その後、第5趾痛は消失したが、約4ヵ月後から右足関節外側の運動時痛が出現し、徐々に悪化した。右足関節外側痛自覚後、約4ヵ月頃から同部位の隆起を自覚し、他医でブロック注射を受けるも改善は得られず、発症から約10ヵ月で当院へ紹介された。

初診時所見:初診時,右の腓骨筋腱滑車部分を中心に腓骨筋腱に沿った腫脹が見られ,足関節外果の輪郭は不明瞭であった.足関節外果下端や足根洞には圧痛および腫脹を認めなかった(図1).

画像所見:単純X線所見では明らかな異常所見は描出されなかった(図2). 断層および3DCT像では腓骨筋腱滑車の異常隆起を認めた(図3). MRI像ではT1強調画像において長腓骨筋腱の腫大, T2強調画像においては,同腱周囲に腱鞘水腫と考えられる高信号域が観察された(図4). 第5趾については単純X線像において特に異常所見は認めなかった.

以上より,巨大腓骨筋腱滑車による腓骨筋腱腱鞘炎と診断し,同月に腱鞘滑膜切除と踵骨腓骨筋腱滑車の過形成部分の切除を目的として手術を行った.

手術所見:外果下方における腓骨筋腱に沿った約4cmの皮切にて進入した. 腱鞘を切開すると, 腱鞘滑膜の肥厚と長腓骨筋腱の部分断裂を認めた. 肥厚した腱鞘滑膜と断裂し変性した長腓骨筋腱の一部を切除した. 短腓骨筋腱には異常を認めなかった. 一方, 腓骨筋腱滑車は長径20mm, 横径10mm, 高さ6mmと過形成を認め, これを切除, 平坦化した(図5). 腓腹神経が腓骨筋腱滑車直上を走行し





図1. 初診時所見





図2. 初診時レントゲン像



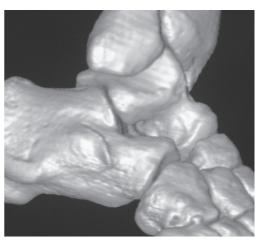


図3. 断層および3DCT像

ており、周辺組織との癒着を認めた ため、神経剥離術を行った、神経自 体の浮腫、変性といった病的所見は 認めなかった。

病理組織所見:滑膜組織には毛細血管増生と炎症細胞の浸潤を認めた. 腓骨筋腱滑車の異常隆起は線維軟骨組織と少量の骨組織を認めた(図6). 腫瘍性変化はなく,腓骨筋腱滑車の過形成と診断した.

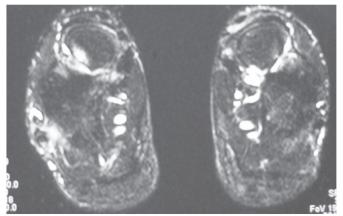
術後経過:術後は4週間の下腿ギプス固定を行い、荷重は術後1週から許可、ギプス除去後、半硬性足関節サポーターを装着してジョギングを許可した。術後2ヵ月でカッティング動作を許可し、3ヵ月でプレーに復帰、術後1年3ヵ月の現在、特に疼痛を認めずにJ2でプロ選手としてサッカーを続けている。

考 察

腓骨筋腱滑車は踵骨外側面に存在する突起であり、その上方を短腓骨筋腱が、下方を長腓骨筋腱が走行している。その役割は長腓骨筋腱の外果と立方骨の腱溝の間において、長腓骨筋腱走行の急激な変更を防ぎ、腱滑走の安定に寄与しているとされる1)~3). また長腓骨筋腱の張力は踵骨を支持し、足の縦アーチを保つ働きがある3). Edwardsらは剖検例の24%に滑車部の生理的肥大を認め、最大で長径17mm、横径10mm、高さ7mmと報告している4). 巨大腓骨

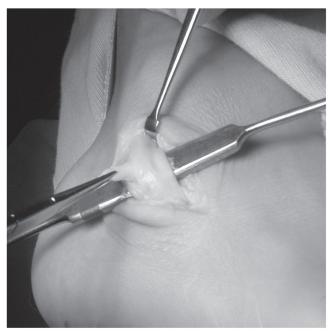




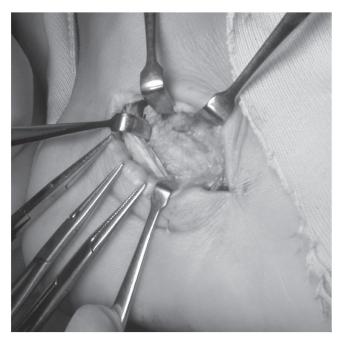


T2強調

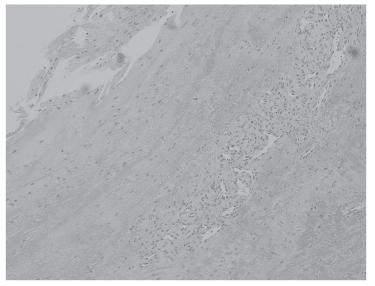
図4. MRI像



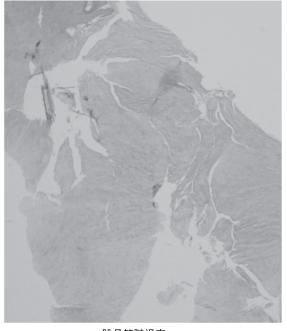
部分断裂した長腓骨筋腱



腓骨筋腱滑車



滑膜組織



腓骨筋腱滑車

図6. 病理所見

図5. 術中所見

筋腱滑車に起因する腓骨筋腱腱鞘炎の症例は我々の渉猟し得た限りでは、内外を通じてBurmanの報告が最初である¹⁾. 本邦では山下が初めて報告し、その病態と治療法について検討した²⁾. Piersonらは腓骨筋腱滑車の過形成とOs Peroneumに起因した長腓骨筋腱腱鞘炎の1例を報告した⁵⁾. 腓骨筋腱滑車に疼痛が生じる病態として、Burmanらは腓骨筋腱滑車が大きくなれば腓骨筋腱はより外側下方へ押され、腱の急激な走行変更が生じ、同部にかかる張力が増加し、内反損傷を契機として腱鞘炎が生じる

と述べた $^{1).3}$. 市居らは長腓骨筋腱による滑車への障害, 靴による滑車への直接圧迫,腓腹神経の終枝の圧迫を述べた 6 .

本症例は巨大腓骨筋腱滑車に起因する腓骨筋腱腱鞘炎と 考えられた.疼痛が生じる病態として,巨大腓骨筋腱滑車 と腓骨筋腱との摩擦や,受傷した右第5趾の疼痛を回避す るために外がえし肢位をとったことで,腓骨筋腱に負荷が かかったこと,巨大腓骨筋腱滑車自身の運動靴による外的 圧迫が考えられた.保存治療に抵抗したために手術治療を 行い、早期スポーツ復帰を果たすことが出来た.滑車切除だけでなく、腱の走行に沿って溝を拡大したり、腱鞘を再建する必要があるとの報告もあるが^{3).7)}、われわれは滑車切除のみで満足な結果を得た.巨大腓骨筋腱滑車は腓骨筋腱腱鞘炎の原因となることがあり,とくに長腓骨筋腱腱鞘炎を引き起こす.今後,足関節外側の運動時痛を訴えるスポーツ選手では気をつけるべき疾患のひとつであると考えられた.

まとめ

- 1. サッカー選手に発症した巨大腓骨筋腱滑車による腓骨筋腱腱鞘炎の1例を経験した.
- 2. 手術を施行し、早期スポーツ復帰を果たすことが出来た.

文 南

- Burman M: Stenosing tendovaginitis of the foot and ankle. Arch Surg 67: 686-698, 1953
- 山下正道,他:Peroneal trochlea に起因する後足部痛の治療 経験.中部整災誌、28:849-851、1985.
- 3) 金明博, 木下光雄, 今井秀, 他:大きな踵骨腓骨筋腱滑車に 起因する長腓骨筋腱狭窄性腱鞘炎の1症例. 足の外科研究会 誌, 8:131-133, 1987.
- Edwards ME: The relation of the peroneal tendons to the fibula, calcaneus, and cuboideum. Am. J. Anat., 42: 213-253
- 5) Pierson J. L., Inglis A. E.: Stenosing tenosynovitis of the peroneus longus tendon associated with hypertrophy of the peroneal tubercle and os perineum. J., Bone Joint Surg., 74-A: 440 442, 1992.
- 6) 市居幸彦ら:巨大な腓骨筋腱滑車に起因する障害について. 第76回中部日本整形外科災害外科学会抄録, 129, 1991.
- 7) 諸見里浩ら:踵骨腓骨筋腱滑車過形成の2症例. 日本足の外 科学会雑誌, 13:1-4, 1992.

大学サッカー選手における足部形態とスポーツ傷害の関係

貴島病院本院 リハビリテーション科 大阪産業大学 人間環境学部 びわこ成蹊スポーツ大学 競技スポーツ学科 貴島病院本院 整形外科

貴島会ダイナミックスポーツ医学研究所

藤高 紘平・岸本 恵一 大槻 伸吾 大久保 衛

辻 信宏・田中 一成 鞆 浩康

はじめに

サッカー競技は下肢を中心にして、ボールキック、タックル、ダッシュ、ジャンプなどの瞬発的な運動と歩行やランニングなど様々な運動様式を強いられるスポーツであり、下肢の傷害が比較的多いとされている。その中でも足部・足関節は各動作の基点となる部位である。そのためメディカルチェックを行い、足部形態と関連するスポーツ傷害を把握することにより、傷害予防に役立てていく必要がある。今回、大学サッカー選手における足部形態とスポーツ傷害についての調査を行ったのでその結果を報告する。

対象ならびに方法

1. 対象

対象は関西学生サッカーリーグ2部に所属する大学生 男子サッカー選手(平均年齢20.2歳, 平均身長173.0cm, 平均体重66.9kg)63名を対象とした.

2. 方 法

全対象者に対し、以下の調査・測定を行った. なお、本研究の目的・内容をチームの指導者、被験者に十分に説明し、承諾を得て調査・測定を行った.

1)調査項目

- ①選手全員に対して、足部・スパイク調査用紙によりスパイクのサイズ、好みなどの調査を行った.
- ②1年間の整形外科受診結果(スポーツ傷害例では、練習を2日以上休む場合は全例整形外科を受診した.) の調査を行った.

2) 測定項目

- ①足長は自然立位にて、踵部後端から最も長い足趾先端 までの距離を測定(図1-a).
- ②足幅は自然立位にて足の踏付け部の母趾と小趾の距離 を測定(図1-b).
- ③アーチ高は,自然立位にて,地面から舟状骨粗面の高さを測定(図1-c).

3) 分析方法・統計処理

アーチ高率 (%) = アーチ高/足長×100 (大久保) で算出した。 すべての測定データは平均値 \pm 標準偏差で



図1-a. 足長の測定



図 1 - b. 足幅の測定



図1-c. 舟状骨高の測定

示した(表1). 各傷害を有した者と傷害がない者で足部形態測定結果を比較した. 統計学的処理は対応のない t検定を用い. 有意水準は5%未満とした.

表1. 各傷害群と傷害なし群のアーチ高率一覧

傷害	アーチ高率
腰痛症(N= 11)	(右) 14.4±1※
	(左) 14.4±1.3※
膝関節障害(N=7)	17.4±2
膝関節捻挫(N=3)	16.3±2.1
足関節障害(N=9)	14.9±1.4
足関節捻挫(N=8)	15.5±1 %
足部障害(N= 6)	14.8±2%
下腿部肉離れ(N= 6)	15.8±2
大腿部肉離れ(N=8)	17 ± 2.3
傷害なし(N= 12)	17.9±2.3

(※):P<0.05 Vs障害なし(対応のないt検定)

結 果

練習用スパイク平均サイズ26.3cm. 右足長平均 25.8cm, 左足長平均25.8cm, 右足幅平均10.3cm, 左足 幅平均10.4cm, 右アーチ高率平均17.3, 左アーチ高率平 均16.9であった. 1年間のスポーツ傷害調査においては 整形外科受診72件中, 腰痛症11件, 膝関節障害7件, 膝 関節捻挫3件,足関節障害9件,足関節捻挫8件,足部 障害6件, 大腿部肉離れ8件, 下腿部肉離れ6件, その 他16件であった. 各傷害群のアーチ高率は、腰痛症(右) 14.4±1 (左) 14.4±1.3, 膝関節障害17.4±2, 膝関 節捻挫16.3 ± 2.1, 足関節障害14.9 ± 1.4, 足関節捻挫 15.5 ± 1, 足部障害14.8 ± 2, 下腿部肉離れ15.8 ± 2, 大腿部肉離れ17 ± 2.3, 傷害無し群17.9 ± 2.3 (いずれも 平均値 ± sd) であった. 各傷害を有した者と傷害がない 者とで足部形態測定結果を比較すると, 腰痛症, 足関節捻 挫. 足部障害を有した者のアーチ高率は傷害がない者の アーチ高率よりも有意に低いという結果であった.

老 突

サッカー競技は下肢を中心にして様々な運動様式を強いられるスポーツである。したがって足・膝・股関節などに傷害が集中しやすいと報告されている¹⁾. なかでも足部・足関節は各動作の基点となる部位であり、ボールを蹴る、走る、飛ぶ、着地、踏み切り、方向転換、フェイント時の踏み込みなどさまざまな基本動作が繰り返される。ボールを蹴る動作時において、足部・足関節はしっかりと固定し、ボールを蹴らない反対足は片脚で全体重を支えるために必

要である.これらを行うためにも足部構造,足部機能がしっかりとしたものでなければならない.大久保らによると 2)、メディカルチェックにおける、アーチ高率の調査では、スポーツ傷害を有していない男子陸上競技選手(n=20)の値が 18.2 ± 1.44 、ラグビー選手(n=68)の値が 19.0 ± 2.13 (いずれも平均値 \pm sd)と報告されている。今回の結果において、傷害を有した者のアーチ高率は、大久保らが報告したアーチ高率の平均値よりも低い数値であった。また、各傷害を有した者のアーチ高率と傷害がない者のアーチ高率を比較すると、腰痛症、足関節捻挫、足部障害を有している者のアーチ高率の数値は低い結果であった。これによりアーチ高率の減少は腰痛症、足関節捻挫、足部障害の要因の一つになる可能性が示唆された。

足アーチの扁平化は足部障害や足関節傷害などの原因になると、多くの研究者によって述べられている。通常のランニング動作やジャンプ動作において、足の回内、回外の動きは、下腿の内外旋や膝の内外反の動きあるいは足アーチの緊張、弛緩と同調し、着地の衝撃の吸収だけでなく足に加わる力を合理的に利用し、重心の安定性にも重要な役割を果たしている。しかし、今回の結果のように足アーチが低く、足の回内が繰り返されれば、そのストレスは大きくなり足部や足関節の傷害を生じる原因となりうると考えられる。

また、足アーチの支持における筋の重要性は、多くの研究者によって述べられている⁴⁾が、足アーチ支持筋の機能低下は扁平足の原因となり、距骨下関節の回内をきたす。この足部へのストレスが加わったことにより足アーチ支持筋として代表的な後脛骨筋、足底筋膜は過度に伸張され、足部障害の発生に関与したのではないかと考えられる。

腰痛症、足関節捻挫を有している者のアーチ高率の低下に関する小林らの報告によると⁵⁾、ランニング動作中のmid-supportからtake off時や、ジャンプ動作の踏み切りから滞空時までにおいて、内側縦アーチが低下し、足部の回内を生じさせるとしている。この足部の回内が、下腿部内旋、大腿部内旋を生じさせ、骨盤後傾と股関節伸展運動が制限され、代償として腰椎、腰仙椎関節の伸展方向への運動が増大し、腰椎前彎が増強するとしている。これらのような足部からの運動連鎖が腰椎部や足関節へのストレスのひとつとなり傷害の発生に関与しているのではないかと考えられる。

今回の測定においては、静的な環境下での測定であるため、今後は動的環境下でのアーチ高率の変化も踏まえて検討していく必要がある。そして、推計学的には有意差は認められなかったが、膝関節傷害においても下肢の荷重連鎖を考えると足部形態は膝関節傷害の発症に関与する可能性が考えられるので今後検討を加えていく必要がある。また今回は立位でのアーチ高率に着目したが、アーチ高率のみならず、非荷重位から荷重位のアーチ変化や静的荷重環境下から動的荷重環境下へ変化した時のアーチ高率の変化量にも着目し検討していく必要がある。

結 論

足部形態測定を行い, アーチ高率の測定はサッカー選手 のメディカルチェックに有用であると考えられた.

参考文献

1) 原田俊彦ら:スポーツ医学の最近の話題と展望Ⅱ,種目別スポーツ傷害 サッカー,関節外科,vol. 25 10月増刊号:53-60,2006.

- 2) 大久保衞ら:メディカルチェックにおける足アーチ高測定 方法の検討, 臨床スポーツ医学, vol. 6 (別冊):336-339, 1989.
- 3) 大久保衞ら:整形外科的メディカルチェックとしてのアーチ 高率の意義, 臨床スポーツ医学, vol. 7 (別冊): 287 - 292, 1990.
- $4\,)\,$ Keith. A : The history of the human foot and its bearing on orthopedic practice. J. Bone Joint Surg. 11. 10- 32. 1929.
- 5) 小林寛和ら:体幹と下肢の運動連鎖,理学療法23(10):281-287,2006.

内臓脂肪を考慮した体格と体力との関係

財団法人和歌山健康センター 岩根 幹能・前田 真也・麥谷 耕一・木下 藤寿 湯川 修也・茂原 治

はじめに

内臓脂肪蓄積と運動耐容能の低下はともに独立した心血管疾患の危険因子である¹⁾. 内臓脂肪蓄積を考慮した体格と,運動耐容能を含む体力との関係については少数例の報告があるが,十分に明らかではない. 今回, Boddy Mass Index (BMI) と内臓脂肪によって分類した体格により,心肺持久力および筋力を指標とした体力, さらにはメタボリックシンドローム (MetS) のリスクに差があるかどうかについて調査した. 特に, BMIは標準だが内臓脂肪蓄積が多いいわゆるかくれ肥満群の意義を検討した.

方 法

Total Health Promotion Plan (THP) の参加者でCT 検査, 体力測定受診に合意した男性, 連続1237人(9~63歳)を対象とした.

体格の指標としてBMIと CTにより臍レベルの腹部脂肪分布を測定した。CT値が -80~-150H.U.に相当する組織の面積を測定し、腹腔内の 面積を内臓脂肪面積(VFA)、 その他を皮下脂肪面積(SFA) とした。

対象者をBMIとVFAにより4群に分けた. すなわち, BMI (B) を 25kg/m^2 未満と 25kg/m^2 以上で区分し、VFA (V) を 100cm^2 未満と 100cm^2 以上で区分した,低B低V群,低B高V群,高B低V群,高B低V群,高B高V群の4群である. 4群間で体力とMetSのリスクに差があるかどうかを調査した.

体力は心肺持久力と筋力で評価した。心肺持久力は最大酸素摂取量($\dot{V}O_2$ max)を指標とした。 $\dot{V}O_2$ max は自転車ergometerを用い、負荷量と心拍数の関係から推定した(Åstrand法)。 4 群間で体重差があるため、ml/分で測定結果を表した。筋力は左右の平均握力と腹筋持久力(30秒間の上体起し回数)を指標とした。

MetSのリスクとして血圧、中性脂肪(TG)、HDLコレステロール(HDL)、随時血糖を測定した、収縮期血圧 ≥ 130 mmHgかつ/または拡張期血圧 ≥ 85 mmHgのとき高血圧リスクあり、HDL < 40mg/dlかつ/またはTG ≥ 150 mg/dlのとき脂質代謝リスクあり、随時血糖 ≥ 200 mg/dlのとき糖代謝リスクありとした.

データは平均生標準偏差で表した. 4群比較はANOVAを用い、ANCOVAにより年齢補正した. 群間比較は

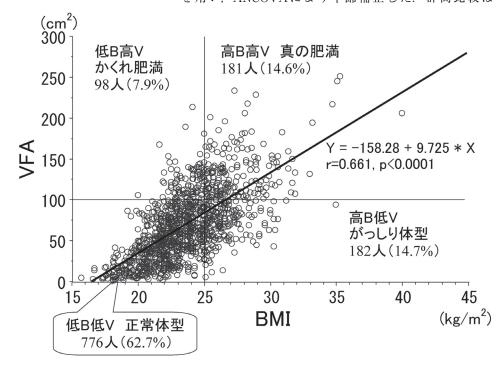


図1. Body mass index (BMI) と内臓脂肪面積 (VFA) との関係および, BMI 25kg/m², VFA 100cm²で区分した4群の対象者

低B低V群 (BMI 25kg/m²未満・VFA 100cm²未満=正常体型), 低B高V群 (BMI 25kg/m²未満・VFA 100cm²以上=かくれ肥満), 高B低V群 (BMI 25kg/m²以上・VFA 100cm² 未満=がっしり体型), 高B高V群 (BMI 25kg/m²以上・VFA 100cm²以上=真の肥満) Fisher PLSDを用いた. p<0.05を有意差ありとした.

結 果

1. BMIと内臓脂肪面積による群分け(図1)

BMIとVFAは正の相関を認めた (r = 0.661, p < 0.0001). 低B低V群は776人 (62.7%), 低B高V群は98人 (7.9%), 高B低V群は182人 (14.7%), 高B高V群は181人 (14.6%) であった.

2. 年齢, 体格(表1)

年齢は高VFAの2群が低VFAの2群よりも有意に高齢であった。VFAが同じであればBMIによる年齢差は認めなかった。

身長は4群間で有意差がなかった。体重とBMIは年齢補正に関わらず高B高 群>高B低V群>低B高V群>低B 低V群であった。VFAは年齢補正に関わらず高B高V群>低B高V群>高B低V群>低B低V群であった。

3. \dot{VO}_2 max, 平均握力, 腹筋持久力 (表 1)

VO₂max は高B低V群>高B高V群>低B低V群>低B高V群であり、年齢補正に関わらず4群間で有意差を認めた、握力は高B低V群≒高B高V群>低B低V群>低B高V群で有意差を認めた、腹筋持久力は低V群が高V群よりも高かったが、年齢補正をすると有意差は消失した。

4. MetSリスク(表1)

血圧は収縮期、拡張期ともに4群間で有意差を認めたが、 年齢補正すると有意ではなくなった。中性脂肪は年齢補正 しても高B高V群≒低B高V群>高B低V群>低B低V群 であった。HDLは低B低V群だけが他の3群よりも有意 に高値であった。

MetSのリスク数は高B高V群≒低B高V群>高B低V群>低B低V群であり、年齢補正に関わらず低B高V群と高B高V群以外の4群間で有意差を認めた。

考 察

内臓脂肪の蓄積が予後悪化をもたらす機序は、高血圧、高脂血症、糖尿病といったリスクの集積に加え、脂肪細胞から分泌される生理活性物質(アディポサイトカイン)の影響が考えられている。また、内臓脂肪が蓄積するような生活習慣では体力が低下しており、相加相乗的に予後に影響している可能性がある。内臓脂肪の蓄積と体力との関連性については、少数例での報告が散見されるものの、大規模でのデータはみられない。

Rimbertらは25例の高齢者において、心肺持久力と体幹脂肪が関連することを報告した²⁾. また、Nyholmらは、2型糖尿病患者20例において内臓脂肪の蓄積と心肺持久

	衣 1. 合併の体格, 体力, メタボリックンフトロームのリスク								
					p value	群間比較			
		低B低V	低B高V	高B低V	高B高V	p value	低B低V	低B高V	高B低V
						crude 年齢補正	低B高V 高B低V 高B高V	高B低V 高B高V	高B高V
n	(人(%))	776 (62.7)	98 (7.9)	182 (14.7)	181 (14.6)				
年齢	(歳)	43.7 ± 10.8	50.6 ± 5.8	43.5 ± 10.4	49.3 ± 7.3	< 0.0001	< 0.0001 0.7627 < 0.0001	< 0.0001 0.3099	< 0. 0001
身長	(cm)	169.0 ± 5.9	169.7 ± 6.1	168.2 ± 5.7	167.9 ± 6.1	0.0645			
体重	(kg)	62.7 ± 6.5	67.9 ± 5.6	75.3 ± 7.5	77.1 ± 8.2	< 0.0001 < 0.0001	< 0.0001 < 0.0001 < 0.0001	< 0.0001 0.0011	< 0. 0001
BMI	(kg/m^2)	21.95 ± 1.81	23.6 ± 1.0	26.56 ± 1.51	27.46 ± 2.28	< 0.0001 < 0.0001	< 0.0001 < 0.0001 < 0.0001	< 0.0001 < 0.0001	< 0. 0001
VFA	(cm²)	46.9 ± 26.1	123.2 ± 18.0	70.7 ± 19.4	132.0 ± 27.3	< 0.0001 < 0.0001	< 0.0001 < 0.0001 < 0.0001	< 0.0001 < 0.0001	< 0. 0001
SFA	(cm²)	78.1 ± 36.4	114.4 ± 27.3	151.7 ± 57.1	150.3 ± 47.2	< 0.0001 < 0.0001	< 0.0001 < 0.0001 < 0.0001	0. 2255 < 0. 0001	< 0. 0001
VO₂max	(mI/分)	2471 ± 331	2371 ± 296	2638 ± 386	2520 ± 307	< 0.0001 0.0016	0.0123 < 0.0001 0.0011	< 0.0001 < 0.0001	0. 0091
握力	(kg)	47.4 ± 6.3	45.8 ± 5.9	49.9 ± 6.5	48.8 ± 7.4	< 0.0001 0.0011	0.0083 < 0.0001 0.0096	< 0.0001 < 0.0001	0. 0909
上体起こし	(回/30秒)	16.9 ± 4.3	15.3 ± 3.5	17.7 ± 4.2	15.1 ± 3.8	< 0.0001 0.7182			
SBP	(mmHg)	131.5 ± 17.3	140 ± 18.4	138.7 ± 16.6	148.4 ± 19.5	< 0.0001 0.7401			
DBP	(mmHg)	79.3 ± 11.1	86.4 ± 10.4	83.6 ± 9.9	91.0 ± 11.5	< 0.0001 0.5984			
TG	(mg/dl)	150.5 ± 95.4	219.1 ± 111.6	179.5 ± 93.6	243.2 ± 152.9	< 0.0001 < 0.0001	< 0.0001 0.0012 < 0.0001	0.0012 0.4307	< 0. 0001
HDL	(mg/dl)	59.2 ± 14.4	53.7 ± 12.2	53.9 ± 11.8	50.4 ± 11.7	< 0.0001 0.0012	< 0.0001 < 0.0001 < 0.0001	0.6102 0.4465	0. 1295
BS	(mg/dl)	117.8 ± 37.8	129.5 ± 38.9	121.4 ± 32.4	134.3 ± 47.0	< 0.0001 0.9803			
MetS リスク	数(個)	0.9 ± 0.8	1.5 ± 0.7	1.3 ± 0.7	1.7 ± 0.7	< 0.0001 0.0070	< 0.0001 < 0.0001 < 0.0001	0.0173 0.1311	< 0. 0001

表1. 各群の体格。体力、メタボリックシンドロームのリスク

BMI:Body Mass Index,VFA:内臓脂肪面積,SFA:皮下脂肪面積,VO₂max:最大酸素摂取量,SBP:収縮期血圧,DBP:拡張期血圧,TG:中性脂肪,HDL:HDLコレステロール,BS:随時血糖,MetS:メタボリックシンドローム.

低B低V群(BMI 25kg/m²未満・VFA 100cm²未満=正常体型),低B高V群(BMI 25kg/m²未満・VFA 100cm²以上=かくれ肥満),高 B低V群(BMI 25kg/m²以上・VFA 100cm²未満=がっしり体型),高B高V群(BMI 25kg/m²以上・VFA 100cm²以上=真の肥満).

MetSのリスクは1. 血圧異常: SBP≥130mmHg and/or. DBP 85mmHg, 2. 脂質代謝異常: TG≥150mg/dl and/or HDL < 40mg/dl, 3. 糖代謝異常: BS≥200mg/dlを保持している数.

統計解析について、crudeはANOVAによる有意差検定、年齢補正はANCOVA、群間比較はFisherのPLSDを用いた.

力の低下が関連し、インスリン抵抗性に影響していることを報告した $^{3)}$.

今回、BMIとVFAとで区分した体格が体力の差を生じているかどうかを調査したところ、 $\dot{V}O_2$ max は高BMI・低VFAのいわゆるがっしり体型群で最も高く、低BMI・高VFAのいわゆるかくれ肥満群で低かった。データは示していないが、かくれ肥満群は、体重補正をした $\dot{V}O_2$ max (ml/kg/分) でも、低BMI・低VFAの正常体型群より劣っていた。握力についてもほぼ同様の結果であった。一見肥満がないように見えても、かくれ肥満型は体力が劣ることに留意すべきと考えられた。

Laukkanen らは運動耐容能が低いと全死亡も心血管死亡も多くなることを報告しており 4)、Gale らは65歳以上の対象者ではあるが、体格に関わらず握力の低いことが全死亡および心血管死の危険因子であることを報告している 5)。これらを総合的に勘案すると内臓脂肪蓄積に加え、体力の低下があるかくれ肥満では特にハイリスクである可能性がある。実際にMetSリスクとの関連を見みたとき、かくれ肥満群では中性脂肪が高く、MDLが低かった。

本研究では食後採血による評価であること、降圧薬や糖尿病治療薬、高脂血症治療薬などの内服治療の有無を考慮しておらず、MetSリスクを正確に評価できていない、このためか、血圧や糖代謝異常では有意な関係を見いだせなかったが、かくれ肥満群ではMetSリスク保有の観点からは高B高V群と並んで他の2群よりも有意に多かった。

また、BMIが25kg/m²前後の体格ではVFAのばらつきが大きく、 $20\sim180$ cm²に広く分布している(図1). 従っ

て、BMIのみによる体格評価では、ハイリスクであるかくれ肥満群を見逃す恐れがある。BMIとVFAの相関係数は0.66であったが、腹囲とVFAの相関係数は0.8程度との報告が多く、完全ではないが、腹囲測定はかくれ肥満発見の一助のなると考えられる。

結 語

運動耐容能と握力を指標とした筋力は肥満度および内臓脂肪面積で分類した体格と関連していた.いわゆるかくれ肥満は内臓脂肪が多く、体力が低く、メタボリックシンドロームのリスク保有が多い一群であり、注意を要することが示唆された.

文 献

- Lee SJ et al. Cardiorespiratory fitness attenuates metabolic risk independent of abdominal subcutaneous and visceral fat in men. Diabetes Care 28: 895-901, 2005
- Rimbert V et al. Behavioral and physiological regulation of body fatness: a cross-sectional study in elderly men. Int J Obes. 30: 322 - 30, 2006
- 3) Nyholm B et al. Evidence of increased visceral obesity and reduced physical fitness in healthy insulin-resistant first-degree relatives of type 2 diabetic patients. Eur J Endocrinol. 150: 207-14, 2004
- 4) Laukkanen JA et al. Cardiovascular fitness as a predictor of mortality in men. Arch Intern Med. 161: 825-831, 2001
- 5) Gale CR et al. Grip strength, body composition, and mortality. Int J Epidemiol. 36: 228-35, 2007

2型糖尿病のインスリン抵抗性と動脈壁硬化に対する運動療法の効果

医療法人宝生会 PL病院 内科 大阪市立大学大学院医学研究科 代謝内分泌病態内科 横山 久代 絵本 正憲・森

克仁・寺村めぐみ・李 英子

西沢 良記

はじめに

2型糖尿病や肥満において、インスリン刺激による骨格筋細胞へのグルコースのとりこみは、炎症性サイトカインや細胞内脂肪などと関連して低下し、インスリン抵抗性を呈する。骨格筋細胞にとりこまれたグルコースはミトコンドリア内で異化される(酸化的糖代謝)か、グリゴーゲン合成に利用される(非酸化的糖代謝)かのいずれかの経路をたどる。しかしながら酸化的・非酸化的糖代謝の低下が、2型糖尿病の糖利用障害にどのように寄与しているか、さらに運動療法が酸化的・非酸化的糖代謝に及ぼす影響についてはあまり知られていない。また、運動が心血管リスクを低下させることは広く知られているが、近年、生命予後との関連が報告されている動脈壁硬化に対する運動療法の効果や、インスリン抵抗性との関連については報告がない。そこでこれらの点に関し、2型糖尿病において検討した。

対象および方法

【研究1】

2型糖尿病(DM群)37名および非糖尿病肥満(OB群)17名において人工膵臓(STG 22、日機装)を用いて既報に基づき正常血糖クランプ¹⁾を実施し、定常状態におけるグルコース注入率を総糖代謝率(mg/kg/min)とした.クランプの定常状態において呼気ガス分析装置(AE 300 - S、ミナト医科学)を用いて間接的熱量測定を行い、以下の式²⁾より酸化的糖代謝率を求めた.

酸化的糖代謝率 $(g/min) = 4.55 \times \dot{V}CO_2 - 3.21 \times \dot{V}O_2 - 2.87n$ ただし、 $\dot{V}O_2$: 分時酸素摂取量 (l/min) $\dot{V}CO_2$: 分時二酸化炭素排出量 (l/min)

n:尿中窒素排出量(g/min)

非酸化的糖代謝率は総糖代謝率と酸化的糖代謝率の差より算出した。対象のうち15名においてBoeschらの方法³⁾に基づき ¹H - MRスペクトロスコピーを用いてヒラメ筋細胞内中性脂肪含量(IMCL)を評価した。DM群の10名において3ヶ月間の有酸素運動プログラム(無酸素閾値にお

ける心拍数を目標心拍数とした自転車エルゴメータ, 1日 40分×週5回) を実施し,介入後に酸化的・非酸化的糖代謝率を再度評価した.

【研究2】

別の2型糖尿病対象30名を、運動療法群23名(運動強度50.7±9.0%最大心拍数の自転車エルゴメータ1日40分×週5回、およびウォーキング8,961±4,112歩/日、平均追跡期間19.9日)と食事療法単独群7名に分け、前後で超音波変位法を用いて総頚および大腿動脈のStiffness β^{4} を以下の式より求め、動脈壁硬化度の指標とした。

Stiffness $\beta = [\ln(P_s/P_d)] \times D_d/(D_s - D_d)$ ただし、 $P_s : 収縮期血圧$

P_d:拡張期血圧

 D_s : 収縮期血管内径 D_d : 拡張期血管内径

また介入前後で正常血糖クランプにおける総糖代謝率を 定常状態の血中インスリン濃度で除して求めたインスリン 抵抗性指数Clamp IR を比較した.

数値はすべて平均±標準偏差で表し、群間比較においては分散分析を、介入前後の比較についてはペアt検定を用いて統計学的処理を行い、P<0.05を有意差ありとした。

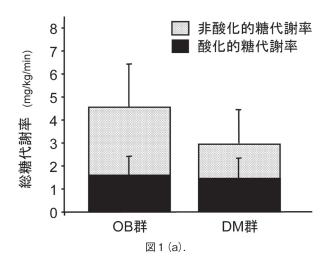
結 果

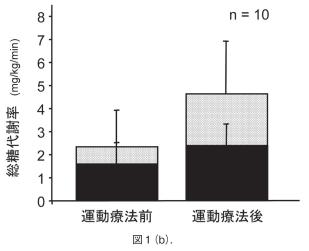
【研究1】

OB群およびDM群の臨床パラメータを表 1 に示す. 男女比, 年齢, 体組成は両群で差を認めなかった. 空腹時血糖, HbA1cはOB群に比しDM群でいずれも有意に高値であった. 正常血糖クランプにおける総糖代謝率はOB群に比しDM群で有意に低値を示し(4.55 ± 1.83 vs. 2.93 ± 1.55 mg/kg/min, P=0.001), インスリン抵抗性を呈した. 総糖代謝率の内訳をみると, 非酸化的糖代謝率はDM群で低値であった(3.01 ± 1.87 vs. 1.45 ± 1.52 mg/kg/min, P=0.002, 図 1 (a)). 一方, 酸化的糖代謝率は両群で差を認めなかった. IMCLは酸化的糖代謝率と有意な負の相関関係を呈した(r=-0.565, P=0.028, 図 a

表1. OB群およびDM群における臨床像

	TV	TV	
	OB群	DM群	Р
対象 (人)	17	37	
男/女	4/13	17/20	0.205
年齢(歳)	44.8 ± 18.4	52.0 ± 16.2	0.149
BMI (kg/m²)	32.9 ± 3.7	30.9 ± 6.1	0.208
体脂肪率(%)	45.3 ± 8.3	40.8 ± 10.0	0.112
ウエスト・ヒップ比	0.94 ± 0.09	0.95 ± 0.15	0.763
空腹時血糖(mg/dl)	91 ± 9	155 ± 45	< 0.001
HbA1c (%)	5. 1 ± 0.3	8.8 ± 1.7	< 0.001
総コレステロール (mg/dl)	206 ± 54	206 ± 40	0.989
中性脂肪(mg/dl)	185 ± 277	148 ± 59	0.442
総糖代謝率(mg/kg/min)	4.55±1.83	2.93 ± 1.55	0.001





が、非酸化的糖代謝率とは有意相関を認めなかった。運動療法に参加したDM群の10名は全員3ヶ月間のプログラムを完遂した。運動療法後、体組成の変化を認めなかったが、HbA1cは低下し($8.5\pm1.3vs.6.2\pm1.0\%$ 、P<0.001)、総糖代謝率は有意に増加した($2.28\pm1.67vs.4.63\pm2.42\%$ 、P=0.021、表 2)、増加した総糖代謝率

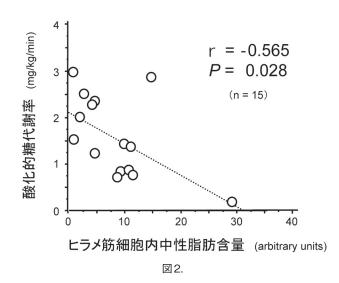


表2.3ヶ月間の運動療法前後における臨床パラメータの変化

	前	後	P
BMI (kg/m ²)	28.4 ± 3.7	26.0 ± 3.7	0. 169
体脂肪率(%)	37.6 ± 7.9	32.9 ± 8.8	0. 232
ウエスト・ヒップ比	1.00 ± 0.13	0.94 ± 0.05	0. 256
HbA1c (%)	8.5 ± 1.3	6.2 ± 1.0	< 0.001
総コレステロール(mg/dl)	206 ± 29	199 ± 24	0. 595
中性脂肪(mg/dl)	184 ± 61	185 ± 60	0. 980
総糖代謝率(mg/kg/min)	2.28 ± 1.67	4.63 ± 2.42	0. 021
IMCL (n= 4)	11.4±11.8	10.3±10.5	0. 896

の内訳として、非酸化的糖代謝率は運動療法後有意に増加し $(0.72\pm1.27 \text{vs.}\ 2.26\pm1.91,\ P=0.047,\ 図1(b))$, 一方で酸化的糖代謝率に変化を認めなかった.

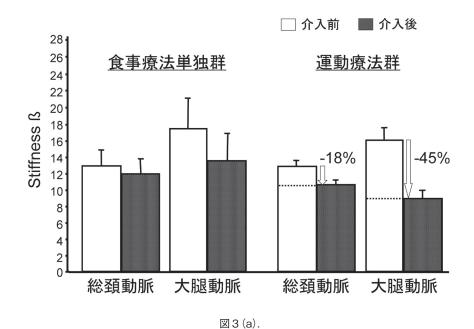
【研究2】

2型糖尿病対象23名 (男/女=6/17, 平均53.0± 12.2歳)における短期運動療法前後の臨床パラメータの 変化を食事療法単独群と比較して表3に示す. 運動療法 群で空腹時血糖、総コレステロールは低下し、Clamp IR で示すインスリン抵抗性は改善の傾向を呈した(3.64 ± 2.34vs. 4.86 ± 1.93, P = 0.061). 図 3 (a) に示すとお り、Stiffness β は総頚動脈(12.8 ± 3.4vs. 10.5 ± 3.2、 P = 0.020), 大腿動脈 (15.9 ± 7.2 vs. 8.7 ± 4.8, P <0.001) いずれにおいても運動後低下、すなわち壁硬化度 の改善を認め、特に大腿動脈では45%と大きく改善した. 一方、食事療法単独群ではこれらの変化は有意ではなかっ た. 次に運動療法群の対象を運動によるインスリン抵抗性 の改善度別3群、すなわち高度、中等度、軽度(Δ Clamp IR $t = 1.35 \pm 0.67$, $t = 1.27 \pm 0.23$, $t = 1.35 \pm 0.89$ 改善群にグループ化したところ、運動療法によるStiffness β の低下は総頚動脈 (P = 0.009), 大腿動脈 (P = 0.037) いずれにおいてもこの順で大きかった(図3(b)).

表3. 短期運動療法前後における臨床パラメータの変化

	食事療法単独群		運動	療法群
	前	後	前	後
BMI (kg/m²)	30. 1 ± 6. 0	29.3±5.4	29. 4 ± 6. 3	28.2±5.9
体脂肪率(%)	40.5 ± 10.9	40.2±11.2	41.3±9.7	39.5 ± 9.9
収縮期血圧(mmHg)	141 ± 24	126 ± 15	128 ± 19	122 ± 14
空腹時血糖(mg/dl)	142 ± 77	99 ± 25	141 ± 36	116±19*
HbA1c (%)	7.9 ± 2.5	7.2 ± 2.4	8.6 ± 2.0	7.8 ± 1.5
総コレステロール(mg/dl)	196 ± 31	189 ± 27	200 ± 41	176 ± 32 *
中性脂肪(mg/dl)	136 ± 54	118 ± 27	118 ± 51	100 ± 37
Clamp-IR			3.64 ± 2.34	4.86±1.93†

* P< 0.05, † P= 0.061



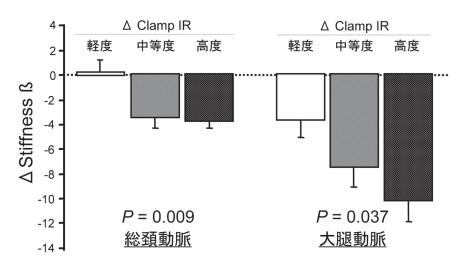


図3(b).

考 察

研究1.の結果より、2型糖尿病 でみられる骨格筋糖利用の低下は 主として非酸化的糖代謝, すなわ ちグリコーゲン合成系の低下によ ることが示された. さらに, 運動 による骨格筋糖取り込みの増加(= インスリン抵抗性の改善) は、主と して非酸化的糖代謝の増加による ものであることが示された. 実際 に、2型糖尿病患者より単離した 骨格筋細胞でグリコーゲン合成酵 素活性や, インスリン刺激による グリコーゲン合成が低下している ことがこれまでに報告されている. 一方, ミトコンドリアにおける酸 化的糖代謝は糖尿病の有無に関わ らず肥満に伴い低下するという報 告があり、我々の対象においても 酸化的糖代謝率はBMI, 体脂肪率, 血中遊離脂肪酸と逆相関した. 運 動が非酸化的糖代謝を増加させる メカニズムについてはあまり知ら れていないが、運動に伴う筋グリ コーゲン貯蔵量の減少や糖輸送単 体を介したグルコース流入の増加 が二次的にグリコーゲン合成系を 賦活させるものと思われる. いず れにせよ. グリコーゲン合成能が 低下している2型糖尿病において も運動が非酸化的糖代謝を十分増 加しうる点で興味深い.

IMCLはインスリン抵抗性と関連することがこれまでに報告されているが、酸化的、非酸化的糖代謝との関係については明らかにされていない。今回の成績より、IMCLが多いほど酸化的糖代謝は低下することが示された。このことはRandle's cycle $^{5)}$ の理論により説明されるかもしれない。すなわち、ミトコンドリアにおける酸化基的に入るでは、糖に替わり脂肪が優先的に利用されるため、糖酸化が低下するものと考えられる。

研究 2. において短期間の運動療法が、動脈壁弾性の直接的指標である β で表される動脈壁

硬化を改善したこと、またこの少なくとも一部はインスリン抵抗性の改善を介していたことは、2型糖尿病治療における運動療法の有用性をあらためて示す結果となった。短期運動療法によるClamp IRの増加が改善の傾向にとどまったのに対して、動脈壁硬化度が、とりわけ運動肢である下肢の動脈で著明に改善したことは、運動の動脈壁硬化に対する直接的硬化を示唆するものである。骨格筋におけるインスリン抵抗性と動脈壁硬化をリンクする共通のメカニズムを明らかにするためには、今後さらなる検討が必要である。

参考文献

1) Yokoyama H, et al.: Plasma adiponectin level is associated

- with insulin-stimulated nonoxidative glucose disposal. J Clin Endocrinol Metab $91\ (1):290$ 4, 2006.
- Frayn K. N: Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange. J Appl Physiol 55 (2): 628-34, 1983.
- 3) Boesch C, et al.: In vivo determination of intra-myocellular lipids in human muscle by means of localized 1H-MR-spectroscopy. Magn Reson Med 37 (4): 484-93, 1997.
- 4) Emoto M, et al.: Stiffness indexes beta of the common carotid and femoral arteries are associated with insulin resistance in NIDDM. Diabetes Care 21 (7): 1178-82, 1998.
- 5) Randle P. J. et al.: The glucose fatty-acid cycle. Its role in insulin sensitivity and the metabolic disturbances of diabetes mellitus. Lancet 1 785-9, 1963.

大学ラグビー選手における筋挫傷の実態

笠次 良爾・田中 康仁・篠原 靖司・高倉 奈良県立医科大学 整形外科 義典

宗本 済生会奈良病院 整形外科 充 宮崎 潔 大手前病院 整形外科 登 希星 岡波総合病院 整形外科

稲垣 有佐 済生会富田林病院 整形外科

的 目

筋挫傷はスポーツ現場でいわゆる「モモカン」と呼ばれ ているものであるが、ラグビー競技はコンタクトスポーツ であるため、筋挫傷は非常に発生頻度が高い傷害のひとつ である. 本研究の目的は、ラグビー競技における筋挫傷の 特徴について明らかにすることである.

対象・方法

対象は関西学生Aリーグに所属する、某大学ラグビー 部員149名である. 性別は全員男性. ポジションはフォワー ド(以下FW) 75名, バックス(以下BK) 74名であった. ポジションについてはFWとBKを、さらにプレースタイ ルによりFWはNo.1、3のプロップとNo.2のフッカーを フロントロー(以下FR), No. 4, 5のロックをセカンドロー (以下SR), No.6, 7のフランカーとNo.8 (ナンバーエ イト) をバックロー (以下BR) の3つに分類し、BKは No. 9のスクラムハーフと No. 10のスタンドオフをハーフ バック (以下HB), No. 12, 13のセンターをセンタースリー クォーターバックス (以下CTB), No.11, 14のウイング とNo.15のフルバックをバックスリー(以下BT)の3つ に分類した. 方法は整形外科医によるアンケート調査なら びに直接検診で毎年春に実施し、検診回数はのべ379回で あった。

筋挫傷の定義は直接外力による筋損傷とし、自家筋力や 介達外力によって発症する「肉離れ」とは区別した. 症状 の程度については、練習および試合に支障を来したと選手 本人が感じたものは全てカウントした.

そして筋挫傷の発生しやすい部位、 受傷機転、 ポジショ ン別の特徴、筋挫傷を起こしたことにより、その後肉離れ を発症しやすいか否かについて検討した.

統計学的検討についてはFisherの直接確率法を用いて 行い、有意水準5%未満で有意差有りとした.

結 果

筋挫傷はFW 20名、BK 23名、計43名で全選手の29%

に発生し、件数は77例であった、部位は大腿前面が最も 多く約7割を占め、次に多いのは下腿後面であった(図1).

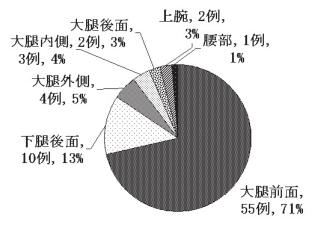


図1. 受傷部位

受傷状況および受傷時期については、大学入学前・試合 時が26例(37%),入学前・練習時が22例(31%),入学前・ 練習, 試合不明が2例(3%), 大学入学後・練習時が13 例(18%), 入学後・試合時が8例(11%)であった.

受傷機転はタックルを受けたことによるものが最も多 く、以下ラック、タックルをしたとき、モールの順であっ た (図2).

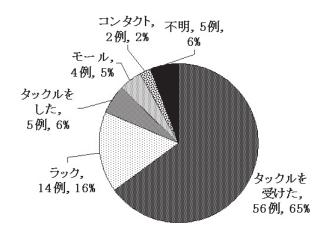


図2. 受傷機転

ポジション別頻度は、大学入学後の 受傷で、試合出場回数および練習時間 が把握できた2005年および2006年在 籍選手を対象として、この時期に発生 した筋挫傷を試合・練習別に単位暴露 時間あたりの頻度で比較した. FRは 19名28シーズン、SRは6名11シーズ ン、BRは17名28シーズン、HBは16 名21シーズン、CTBは13名20シーズ ン, BTは20名31シーズンを把握可能 であった. 試合と練習では試合時に多 く、FWとBKではFWに多いが、ポジ ション別詳細ではCTBが最も頻度が高 く,次にFR、BRの順序であった(図 3). CTB, FRは他のポジションに比 べて有意に受傷頻度が高かった(p< 0.05).

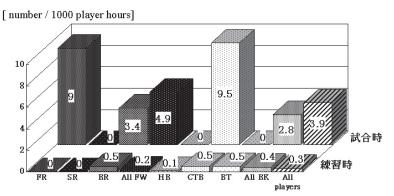
競技復帰までの期間については、大 半は軽傷で1週間以内に復帰してい た. 受傷が初回か反復かについては復 帰までの期間とは関係がなかった(図 4).

筋挫傷を起こした筋もしくはそれに 関連した筋が、のちの肉離れ発症に与 える影響について検討したところ、同 じ母集団で大学入学後に肉離れは49例 発生していたが、同一部位での発症を 77例中2例、拮抗筋部位での発症を 7 例に認めた、筋挫傷の既往はその後の 肉離れ発症に影響していなかった.

考 察

スポーツ現場において筋挫傷は発生頻度の高い傷害であるが、短期間の安静で治癒することが多いため医療機関を受診することが少なく、その実態は不明な点も多い。田中らは大学生の3年6ヵ月分の傷害保険統計において、スポーツ外傷909例のうち contusion は sprain についで頻度が高く、その中で筋挫傷に分類されるのは47例(36%)としている¹)。福田らはラグビー日本代表選手の2シーズンの調査中、練習に参加できない、もしくは医療行為を要する傷害は45例で、そのうち筋挫傷は記載されているだけで大腿部2例、腰部1例としている²)。Gabbett はオーストラリアのセミプロフェッショナルのラグビーリーグ2シーズンの調査において、contusion は試合中の傷害で最も多いことを指摘している³)が、筋挫傷に絞って受傷機転などの詳細を検討した報告はこれまでない。

今回の筋挫傷の特徴について、部位は大腿前面、受傷機 転はタックルを受けたときが多かった. 奥脇はラグビー競 技における肉離れについて、部位は大腿後面、受傷機転は



注: FR:フロントロー, SR:セカンドロー, BR:バックロー, All FW: フォワード全て HB:ハーフバック, CTB: センタースリークォーターバックス, BT: バックスリー, All BK: バックス全て, All players: 全選手

図3. ポジション別単位暴露時間あたり頻度

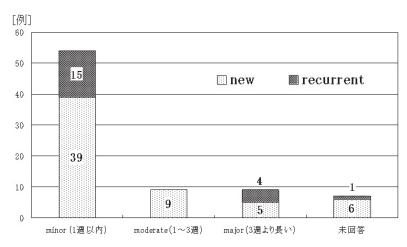


図4. 復帰までの期間

ダッシュ時に多いと報告している⁴⁾が、これは同じ競技でも筋挫傷が直達外力によるもので、肉離れが介達外力もしくは自家筋力によるものであることに起因していると考えられた。

ポジション別にみると、FWとBKを大きく分けてみた 比率は変わらないが、詳細に検討するとFRとCTBに多 かった。これは、FRはFWの中でも相手選手と直接ぶつ かり合うポジションであること、CTBはBKの中でも1次 攻撃で相手に捕まってポイントができやすいポジションで あり、相手選手を十分引きつけてから味方にパスすること が多いことが原因であると考えられた。

ポジション別発生頻度について、Brooksらが報告したイギリスのラグビープロリーグの調査では、大腿部のhematomaが1,000プレーヤーアワーズあたり試合時 FW 7.4、BK 8.7、練習時 FW 0.01、BK 0.02、下腿部のhematomaが試合時 FW 3.3、BK 4.0、練習時 FW 0.02、BK 0.04であり、我々の調査より試合時に高く、練習時に低い、また我々が FW に多いのとは逆の傾向を示していた $^{5.6}$. これには傷害の定義も影響するが、プレースタイルの影響も考えられた.

復帰までの期間は大半が短く、反復受傷が復帰までの期間に影響しなかったこと、またその後の肉離れ発症に影響しなかったのは、今回の筋挫傷の定義を練習および試合に支障を来したと本人が感じたものを全てカウントしたため、軽傷のものが多かったためではないかと思われた.

結 語

- ・大学ラグビー選手における筋挫傷の実態について調査した.
- ・部位は大腿前面, 受傷機転は試合時, タックルを受けた ときの発症が多く, ポジションはセンタースリークォー ターバックス, フロントローに多かった.
- ・筋挫傷を起こした部位に関連して、その後肉離れを発症 することは少なかった.

参考文献

- 1) 田中豊穂, 大橋邦和: 傷害保険統計にみるスポーツ傷害の傾向, 中京大学体育学論叢 27: 1-9, 1985.
- 2) 福田潤, 高尾良英, 斉藤啓二, 古谷正博: ラグビー・フット ボール日本代表の傷害調査. 日本整形外科スポーツ医学会誌 25:242-245, 2005.
- 3) Gabbett TJ: Incidence of injury in semi-professional rugby league players. Br J Sports Med 37: 36-44, 2003.
- 4) 奥脇透: ラグビー選手の肉離れについて. 臨床スポーツ医学 8:299-304, 1991.
- 5) Brooks JHM, et al: Epidemiology of injuries in English professional rugby union: part 1 match injuries. Br J Sports Med 39:757-766, 2005.
- 6) Brooks JHM, et al: Epidemiology of injuries in English professional rugby union: part 2 training injuries. Br J Sports Med 39: 767-775, 2005.

大学男子バレーボール選手におけるハムストリングスの レジスタンスダイナミックスストレッチング法(RDS法)の効果

大阪体育大学大学院 スポーツ科学研究科 森北 育宏・貴志 真也

目 的

ハムストリングスがタイトであると腰部や下肢の障害を起こしやすいと言われている^{1).2)}. 一方,障害予防のために行ったストレッチングによる合併症として筋損傷を起こす可能性があることから,一般には反動をつけない静的ストレッチングが推奨されている. しかし,競技スポーツにおいては,より効果的なストレッチングが求められる.

今回、静的でもなく反動をつけることもせず、抵抗に抗して自ら動かすことによる選手同士で簡単に行えるハムストリングスの新しいレジスタンスダイナミックストレッチング法(以下RDS法)を考案し、その効果について若干の知見を得たので報告する.

対象および方法

1)対象

関西圏の大学トップリーグの男子バレーボール選手32名を対象とした. 平均身長 (m+SD) は177.4 ± 6.2cm, 平均体重は70.7 ± 8.2cm であった.

2) RDS法について(図1)

RDS法は2人一組にて行う.実施者は仰臥位にて臀部を床から浮かさないようにして片足を挙上し股関節を約90°屈曲する.介助者は実施する足部を把持し,足関節を背屈しながら,鉛直方向に強く押さえつける.実施者は苦痛を感じない程度に膝の屈伸を10回繰り返す.これを両側に行う.反対側下肢は軽く伸展させておく.柔軟性の高い実施者の場合は股関節の屈曲を強め,逆に柔軟性が低い

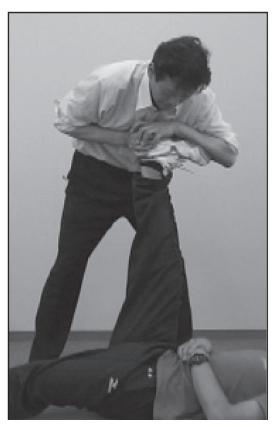




図1. RDS法の紹介





図2. RDS法前後の比較

 RDS群

 練習 静的ストレッチ
 計測 RDS法
 計測 30秒間

 1週間後 コントロール群
 計測 静的ストレッチ 計測 30秒間
 計測 30秒間

図3. 計測方法

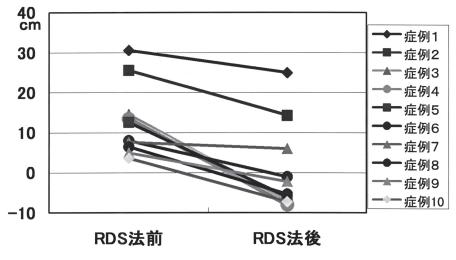


図4. 筋柔軟性に乏しい10例の変化

場合は膝の伸展を可能な範囲で行う. 稀に腰痛を訴える者がいるが, 軽度の腰痛で収まる範囲で膝の伸展を繰り返す.

3) 効果の検討方法

通常練習の終了後、長座位で介助者が背中を押す静的ストレッチングを30秒間行ったのちRDS法を行った。1週後に静的ストレッチング後、1分間休憩し、もう一度静的ストレッチングを30秒間行った(図2)。そして図3の如く同一選手において、各々2度目のストレッチングの前後でのFFD (Finger Floor Distance)の変化を計測・算出し、RSD法と静的ストレッチングの対果を比較した。統計学的検討はマイクロソフト社エクセルのt検定を用い評価した。

結 果

静的ストレッチングのみでは平均3.6cm伸びたが、RDS法では平均7.9cm伸びた、RDS法の方がストレッチ効果が大きい傾向を認め

た (P=0.095). 特に筋柔軟性が乏しい10名について調べるとFFDが12.8から-0.9まで有意に改善した (P=0.016) (図 4).

また、筋損傷など合併症は起こらなかった.

老 察

ハムストリングスのストレッチングにはいくつかの方法があるが、今回、通常よく行われている長座位での静的ストレッチングとハムストリングスのRDS法の効果について比較検討した。

長座位での静的ストレッチングは脊柱が主に屈曲しており股関節の屈曲が不十分と考えられる。また仰臥位で一下肢の膝を伸展したまま、股関節を屈曲する方法は介助者が程度がわからず筋損傷の危険がある。また、これらのストレッチングはかなりの疼痛を伴うことが多い。しかし、今回の方法では疼痛が非常に軽度で、自分で動作をコントロールできるため、不安もなく安全な方法と考えられた。その理由として、以下のことが考えられる。

随意による筋収縮を起こす経路は α 運動系と γ 運動系の2つに分けられる。 γ 運動系はIaを介して α 運動ニューロンを活動させるとともに、Ia抑制ニューロンを介して拮抗筋の運動ニューロンを抑制する。このためハムストリングスが弛緩しストレッチ効果が高まるばかりでなく、疼痛も軽減され、さらには筋損傷のリスクも減少すると考えられる 3).

RDS法と似た方法でストレッチしたい筋を最大収縮させ、その後その筋をストレッチする方法はよく用いられている。しかし、他の静的ストレッチと同様に筋紡錘の機能を弱める可能性があるため傷害予防の観点から競技前の施行は好ましくない。今回のRDS法はストレッチしたい目的筋の拮抗筋を収縮させ、同時に目的筋を動的にストレッチする方法で競技前でも施行可能である。しかも高度な技術も必要とせず、選手同士で行える方法と考えられる。しかし今回の結果から、すでに筋柔軟性を十分に獲得した選手にとっては、効果が不十分と考えられる。

文献的には、静的であっても、動的であっても効果が認められると報告されている $^{2)^{-8}}$. しかし、もっとも効果のある方法となると意見が分かれている。したがって、今

後さらなる研究によって、スポーツ選手に受け入れられや すい方法を開発していくことが必要と考えられる.

まとめ

- 1. 自ら動かすことによるハムストリングスの動的ストレッチ法であるRDS法を考案し、その効果につい検討した.
- 2. 大学男子バレーボール選手32名を対象とし、長座位で介助者が背中を押す静的ストレッチングとRDS法の効果を比較した.
- 3. その結果、今回のRDS法は疼痛が軽度で、自分で動作をコントロールできるため、不安もなく安全かつ有用で競技前でも施行可能な方法と考えられた.

参考文献

- Cross KM, Worrell TW: Effects of a Static Stretching Program on the Incidence of LowerExtremity Musculotendinous Strains. J Athl Train. Jan; 34 (1): 11-14, 1999
- 2) Sady SP, Wortman M, Blanke D: Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? Arch Phys Med Rehabil. 63 (6): 261-3, 1982
- 3) Osterning LR, Robertson R, Troxel R, Hansen P: Muscle activation during proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching techniques. Am J Phys Med. 66(5): 298-307, 1987
- 4) Wiemann K, Hahn K Influences of strength, stretching and circulatory exercises onflexibility parameters of human hamstrings. Int J Sports Med. Jul; 18 (5): 340-6, 1997
- 5) Chan SP, Hong Y, Robinson PD: Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. Scand J Med Sci Sports; 11 (2): 81-6, 2001
- 6) Williford HN, East JB, Smith FH, Burry LA : Evaluation of warm-up for improvement in flexibility. Am J Sports Med ; $14\,(4):316$ 9, 1986
- 7) Davis DS, Ashby PE, McCale KL, McQuain JA, Wine JM: The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. J Strength Cond Res; 19 (1): 27-32, 2005
- 8) LaRoche DP, Connolly DA: Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. Am J Sports Med; 34 (6): 1000-7, 2006

学生アメリカンフットボールチームの競技復帰にクリティカルパスを導入して

医療法人貴島会/ダイナミックスポーツ医学研究所 整形外科 大阪産業大学人間環境学部

貴島病院本院 整形外科

貴島病院本院 リハビリテーション科 びわこ成蹊スポーツ大学 競技スポーツ学科 日下 昌浩 大槻 信吾

辻 信宏・田中 一成・中村 信之

岸本 恵一 大久保 衞

はじめに

アメリカンフットボールは試合中の外傷,障害の多い競技である。しかしながら選手は常に医療機関を受診しているとは限らず、病名・治療方針も一定ではなかった。このため我々は、1998年からチームドクター・トレーナー制を敷いている関西学生アメリカンフットボールに所属する1チームに対して、その疾患名別に検討し、クリティカルパスを作製し、2006年8月以降に導入したのでこの結果を報告する。

対 象

関西学生アメリカンフットボールリーグ所属(1部下位から2部上位)の1チームにおいて、1998年1月から2005年12月までに発生したスポーツ障害・外傷の647例のうち、復帰期間の判明した633例を対象とした.

方 法

8年間の外傷・障害データを元に平均復帰週数を算出した.これに医学的根拠を加味し治療方針を決定し,クリティカルパスとした.

8年間の外傷・障害データ

学年別では1回生167名,2回生150名,3回生185名,4回生131名であった。ポジション別ではDL(ディフェンスライン)が一番多くて126名,次いでDB(ディフェンスバック)104名,OL(オフェンスライン)・WR(ワイドレシーバー)が各々102名であった(図1).月別では5月の発症が多く117名,次いで6月96名,9月90名,11月70名となった(図2).診断名別では靭帯損傷が一番多く144例,次いで挫傷114例,肉離れ66例,骨折46例他であった。部位別では手・手関節が一番多く99例,次いで膝86例,足関節77例,肩62例,大腿47例,頚部46例,下腿39例,頭部36例他となった(表1).

このうち復帰に長期間を要した疾患の平均復帰週数は、

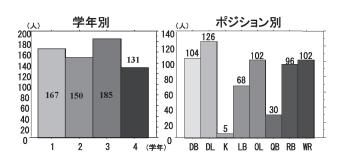


図1. 学年別・ポジション別受診者数

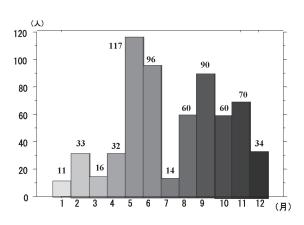


図2. 月別受診者数

表 1. 疾患名別・部位別症例数

疾患名	症例数	部位	症例数
靭帯損傷	144	手・手関節	99
挫傷	108	膝	86
肉離れ	61	足関節	77
骨折	46	肩	62
筋挫傷	38	大腿	47
脱臼	37	頚部	46
腱炎	28	下腿	39
膝内障	25	頭部	36
脳震盪	25	腰	32
バーナー	21	ハム	23
腰痛	21	足	22
関節炎	18	肘	22
疲労骨折	14	胸部	17
下肢障害	7	股関節	11
肩周囲炎	6	腹部	10
軟骨損傷	6	上腕	2
臓器損傷	2	背部	1
その他	2	全身	1

肩関節脱臼12.8 ± 6.1 週,前十字靭帯損傷20.8 ± 8.9 週,手術を必要とした骨折11.7 ± 2.4 週であった。中程度の期間を要した疾患の平均復帰週数は,膝後十字靭帯損傷 5.9 ± 1.1 週,疲労骨折 4.4 ± 1.6 週,頚椎椎間板ヘルニア 8.2 ± 2.0 週,頚部捻挫 4.1 ± 2.4 週であった。早期に復帰した疾患の平均復帰週数は,膝内側側副靭帯損傷 2.8 ± 0.2 週,手指脱臼 2.7 ± 0.4 週,前脛腓靭帯損傷 2.1 ± 0.4 週,肩鎖関節損傷 2.1 ± 0.3 週,肉離れ 2.1 ± 0.2 週,前距腓靭帯損傷 2.0 ± 0.2 週,脳震盪 1.5 ± 0.2 週,バーナー症候群 1.3 ± 0.1 週であった(図3)。

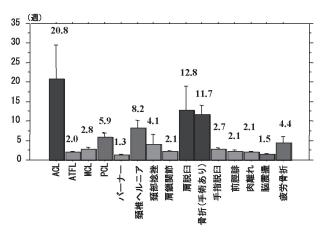


図3. 各疾患別平均復帰週数

クリティカルパスの作成

死亡事故予防のため、引退を考慮するべき疾患として頭 頚部の重大損傷や先天的奇形を挙げた.次いで、手術を要 する疾患は復帰に長期間かけることとした(図4)、中長 期間の復帰期間を設定する疾患として、膝後十字靭帯損 傷・疲労骨折、頚椎椎間板ヘルニアと脳震盪を選んだ(図 5)、特に脳震盪については、頭痛の存在下では微細な脳 損傷や出血は隠れているときがあり、必ず頭痛の消失を復 帰の条件とした.短期間でグラウンドに戻す疾患として、 足関節靭帯損傷や膝内側側副靭帯損傷・肉離れや肩鎖関節 挫傷・バーナー症候群・手指脱臼などを選んだ(図6)、 ただし早期復帰といっても初期治療はむしろ徹底的に行う ことを条件とした.装具療法の必要な疾患については装着 しない限り復帰させないようにした。

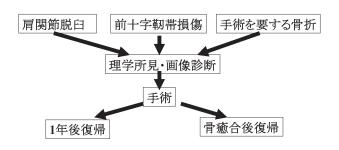


図4. 復帰に長期間を要する疾患のクリティカルパス

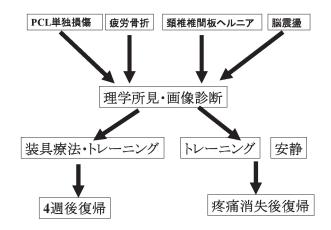


図5. 復帰に中程度期間を要する疾患のクリティカルパス

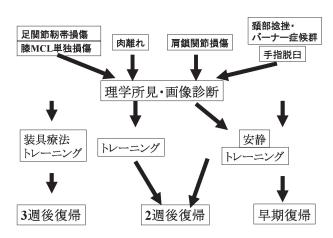


図6. 早期に復帰する疾患のクリティカルパス

結 果

使用中の外傷・障害の発生数は45名であった。発生は DL・OL・WRに多かった。月別では公式戦開始直後に一番多く9月11名であった。学年別では2回生と4回生に 多く各々19名と17名であった(図7)。疾患名別では挫

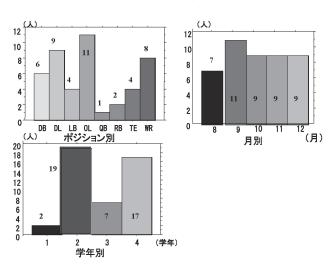


図7. クリティカルパス導入後の受診者数

傷が一番多く11名,次いで靭帯損傷6名,骨折・脱臼・腰痛が4名ずつであった。部位別では膝が一番多く11名,次いで手・手関節が7名,肩・腰が5名ずつ,頚部・足・足関節が各々3名ずつであった(表2)。平均復帰週数は,学年別に見ると1回生が17.5週,2回生が2.3週,3回生が2.3週,4回生が0.6週であった。部位別に見ると,肩が15.0週,膝が2.1週,肘が2.0週,腰が0.4週,足関節が0.3週であった。疾患名別で見ると,骨折が11.8週,脱臼が11.0週,靭帯損傷・膝内障が各々1.3週,腰痛が0.5週であった(図8).

表2. クリティカルパス導入後疾患名別・部位別症例数

疾患名	症例数	部位	症例数	
学 報應骨脱膝バ関筋軟腱頸肉疲傷帯痛折臼内一節挫骨炎部離労傷 一 (傷) 挫 折	11 6 4 4 4 3 2 2 2 2 2 2 1 1	膝手肩腰足頚足大肘下股胸背手 部関部 腿 腿関部部関 節	11 7 5 5 3 3 3 2 2 1 1	

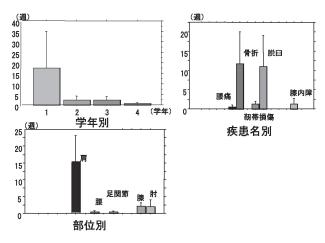


図8. クリティカルパス導入後の平均復帰週数

考 察

クリティカルパスの導入は、早期に的確に診断し、それにより適切な治療を行い、安全にかつ早期に競技復帰することを目標としていた、佛淵¹⁾によればパスを利用するための効率は患者にとって重要なものでなければならないとしている。導入初年度では、初期治療の徹底がなされたこと、全例早期に医療機関を受診するようになったこと、装具療法などの適切な治療に対して選手の受け入れが改善したことが利点であったと考える。

肩の脱臼は2例発生したが、2回生の1例は手術治療後リハビリとし、4回生での1例では最終戦の出場希望が強

いため、保存的に治療後5週で復帰し、後半戦2試合に部分的ではあるが出場した。このように長期を要する症例に対しては、弾力的に運用するかわりに疾患に対する啓蒙を深め、可能なことと不可能なことを徹底させ、納得してもらいながら競技復帰させることができた(表3).

表3. 復帰に中~長期必要な疾患の経過

8月

右膝PCL損傷(2回生、OL)→装具療法、4週 で復帰9月

右肩脱臼(2回生、RB)→鏡視下バンカート修復術施行 左第5中足骨疲労骨折(4回生、DB)→即日復帰 10月

右第4中手骨骨折(2回生、WR)→テーピング、即日復帰 左鎖骨骨折(1回生、WR)→ORIF

左肩脱臼(4回生、DB)→固定、トレーニング等、5週 で復帰11月

頚椎椎間板ヘルニア(4回生、TE)→即日復帰 12月

右脛骨骨折(骨挫傷)(3回生、DL)→固定等、12週 で復帰

問題点としては, 復帰期間を重視した方針のため, 膝内 側側副靭帯損傷や足関節靭帯損傷では軽症と勘違いされ. 装具療法のみでそのまま復帰した選手がいた. 中川2)らは. 足関節捻挫といえども症状が遷延する例が少なくなかった と報告している. 今後はこれらの疾患についての情報を提 供することによって、誤った知識を持たれないように導く 必要がある. また遠方から通学する選手に対して診療施設 を一つに限ってしまい、これに対する不満もあった. 本年 の課題として,確定診断までの期間のさらなる短縮を考え ている. このため、試合中の障害について、理学所見など はその場でとってしまい、検査予約などもグラウンドから 行うなどを春季から実践している。また、予防の重要性か ら、選手に対する外傷・障害の啓蒙に努める事、治療方針 に対する理解と徹底、そして選手のコンディションを把握 するため、チームトレーナーやコーチングスタッフとの連 絡を密にすることなどを実施していくことが必要だと考え る.

結 語

- ①学生アメリカンフットボールチームの競技復帰にクリティカルパスを導入した.
- ②安全かつ早期に競技復帰するようになった点でクリティカルパスの有効性が認められた.
- ③疾患の啓蒙を深め、より安全に競技できる環境を整えて いきたい.

参考文献

- 佛淵孝夫:整形外科におけるクリティカルパスの導入と活用. 整・災外47:421-426,2004
- 2) 中川匠ら: 大学アメリカンフットボールにおける足関節捻挫. 臨床スポーツ医学 Vol. 14: 145-148, 1997

メタボリックシンドロームと運動療法:内科の立場から

京都大学大学院 医学研究科 EBM研究センター 上嶋 健治

はじめに

メタボリックシンドロームは、内臓肥満を上流の基盤として血圧や耐糖能および脂質代謝に異常を認めるもので、個別の病態は軽症であるにもかかわらず、複数の因子が関わることで虚血性心疾患の大きな危険因子となる。内臓脂肪の燃焼には運動療法が有効であり、同時に運動は、上記の血圧や耐糖能および脂質代謝にも好影響を与える。ここでは、メタボリックシンドロームへの運動療法の有効性を内科の立場から概説する。

運動療法効果のメカニズム:中枢効果か末梢効果か?

本邦では虚血性心疾患の治療にカテーテル治療全盛の感 があるが、Hambrechtらは安定した狭心症患者を対象に、 カテーテル治療群と運動療法群に無作為割り付けした臨床 試験を行い、その予後を検討した1). その結果、カテーテ ル治療群よりも運動療法群のほうが良好な予後を示し、虚 血性心疾患での全身管理の重要性がクローズアップされ た. それでは、このような運動療法の効果はいかにしても たらされるのであろうか. 現在, 運動療法効果には, いわ ゆる中枢効果と末梢効果があるとされている. すなわち, 中枢効果とは側副血行路の改善などを介して、運動が心臓 そのものの機能を改善するという考えで、末梢効果とは筋 肉の質や末梢の血管反応性および血流の改善を介して、運 動耐容能が改善するという考えである. しかし. 心臓は自 らが毎日100,000回も収縮を繰り返す臓器であり、たとえ、 週に3回、1回30分、120/分の強度の運動療法を行った としても、心拍数は1週間で700,000回から705,400回に とわずか0.8%増えるに過ぎない. この程度の心拍数の増 加であれば、中枢効果よりもむしろ末梢効果が運動療法の 主体となるものと考えるべきであろう. 逆に、心疾患患者 への運動療法効果が障害された心臓自身への直接効果でな いとするならば、健常人でも運動することにより生命予後 などが改善する可能性がある.

一次予防としての運動療法

1. 危険因子としての運動不足

過去半世紀以上にわたって、仕事や余暇における身体 活動性が高いほど虚血性心疾患の発生率が低いとする疫 学研究がなされてきた. しかも, 有名なHarvard Alumni Studyでは²⁾,大学時代に運動競技を行っていても身体活 動を継続していなければその保護効果は持続しないことを 明らかにした. また, 1989年にBlairら³⁾ は運動能力の高 い者は、心血管死だけでなく癌死も少ないことを報告した. さらに、2002年にMyersら⁴⁾が、運動能力は健常人にお いても心血管疾患の危険予測因子であり、しかも他の危険 因子よりも強力な死亡率の予測因子であること、および運 動能力の1メッツの増加が生存率を12%上昇させること を報告している. また. 本邦のデータでも. 辻らは運動不 足,肥満,喫煙という後天的な危険因子の中で,運動不足 の関与が医療費を強く押し上げていることと⁵⁾, 日常の歩 行時間の長い者ほど全死亡率が低下していることを報告し た6). すなわち、もはや「運動は身体に良い」という程度 では無く,「運動不足や運動能力の低下は危険因子である」 とさえ言えるのである. 実際, 1996年には, 運動不足が 虚血性心疾患の主要な危険因子であると位置づけた最初の AHA (米国心臓病協会) のステートメントが報告されて いる⁷⁾. また、2001年のAHAの年次集会では、運動耐容 能の低下(physical unfitness)は、高血圧や高脂血症など と並んで古典的な冠危険因子として分類されていた。また. 米国民の真の死因は何かという報告では、米国民の死因に もっとも寄与率の高いものはタバコの18.1%で、第2位 は過食と運動不足 (Poor diet and physical inactivity) と している⁸⁾. しかも、喫煙の影響は減少傾向にあるにもか かわらず、食事と運動の問題の影響は大きくなりつつある ことから、近い将来には1,2位が逆転するであろうと予 測されている. すなわち. 運動不足はそれ自身が独立した 危険因子であるとともに、内臓脂肪野蓄積を介してメタボ リックシンドロームの発症にも関わっていることから、「運 動」はメタボリックシンドロームおよびその予備軍である、 恰幅の良い「見た目は健常」な人にこそ必要な「医療行為」 と言える.

2. 運動療法と冠危険因子

運動と生活習慣病に関連するエビデンスを,2003年のAHAの科学ステートメント⁹⁾から拾い上げてみた.

まず、運動と血清脂質に関して述べると、12週間以上の運動期間を有する52件、4,700例のメタアナリシスでは、HDL-C値が平均<math>4.6%増加し、中性脂肪とLDL-Cがおのおの3.7%と5.0%低下したことが示された 10 、HDL-C値が平均4.6%増加し、中性脂肪とLDL-Cがおのおの3.7%と5.0%低下したことが示された。また、HERITAGE試験は 11 、血清脂質が正常の675例を対象にして綿密に行われた運動試験であるが、男性299例では、HDL-Cが平均3.0%増加し、中性脂肪とLDL-Cがおのおの2.7%と0.8%低下したことが示され、女性376例ではHDL-Cが平均3.0%増加し、中性脂肪とLDL-Cがおのおの0.6%と4.0%低下していた。

次に、運動と血圧の関係を述べると、2,674例を対象とした44件の無作為試験において、運動が及ぼす安静時血圧への影響が検討された¹²⁾. その結果、収縮期および拡張期血圧は平均でおのおの、3.4mmHgと2.4mmHg低下していた。しかも、平均の収縮期と拡張期血圧の低下度は、正常血圧者ではそれぞれ、2.6mmHgと1.8mmHgで、高血圧患者では7.4mmHgと5.8mmHgであった。しかも、一部の軽症高血圧患者では運動療法が唯一の治療法であることも示唆された。

また、適当な運動が、耐糖能異常や食後高血糖およびインスリン抵抗性まで改善させることが知られている。2型糖尿病患者337例を対象として運動の効果を検討した9件の試験のレビューでは、HbA1cが平均0.5から1.0%低

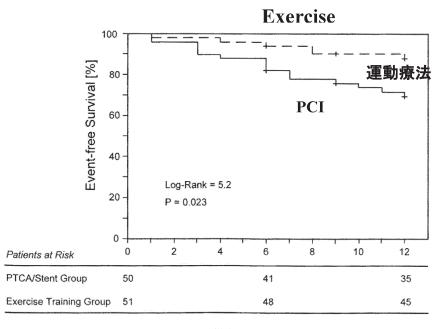
下していた¹³⁾. さらに、2型糖尿病発症のリスクが高い3,234例を対象としたDiabetes Prevention Programにおいて、体重減少と運動療法に割り付けられた群では通常治療群に比べて、2.8年間に2型糖尿病発症の発症が58%低下し、これはメトホルミン治療群の31%の低下を上回るものであった¹⁴⁾.

これらの個別の好影響だけでなく、 北米の非メタボリックシンドローム の4,192名を15年間の追跡研究した CARDIA研究では、運動習慣がメタボ リックシンドロームの発症を35%抑制 することが示されている 15 .

3. 厚生労働省の取り組みとエクサ サイズガイド

本邦における国民的な健康づくりへの取り組みとしては、昭和53年からの第一次国民健康づくり対策に始まり、昭和63年からの第二次国民健康づくり対策を経て、平成12年のいわゆる「健

康日本21」と平成14年の「健康増進法」につながる. こ のような動きの中で、運動に関しては平成元年の「健康づ くりのための運動所要量」が策定され、平成5年には「健 康づくりのための運動指針」が、引き続き平成9年には「生 涯を通じた健康づくりのための身体活動のあり方検討会」 の報告書が策定されてきた. しかし. 急速な人口高齢化に 伴い,疾病構造も変化し,いわゆる生活習慣病が医療費に 占める割合も30%に至ったことから、生活習慣病の重症 化の結果として、介護保険財政にも負担が及ぶこととなっ た. このような経緯の中で、厚生科学審議会地域保健健康 増進栄養部会の「今後の生活習慣病対策の推進について(中 間とりまとめ)」において、「1に運動、2に食事、しっか り禁煙, 最後にクスリ」という標語が策定され, 身体活動・ 運動施策がいっそう推進されるようになった. さらに、平 成17年にメタボリックシンドロームの概念と診断基準が、 関係8学会から示されたことにより、運動習慣の徹底や食 生活の改善を図ることで内臓脂肪を減少させ、その発症リ スクの低下を図るという基本方針が定められた. 同時に, 平成16年の国民健康・栄養調査によると、「健康日本21」 などの取り組みにもかかわらず、国民の2/3が運動習慣 を身につけていないことが示され、国民の健康の維持・増 進と疾病予防を目的とした望ましい身体活動・運動および 体力の基準を示す「健康づくりのための運動所要量」が改 定されることになり、これを受けた報告書が、運動所要 量・運動指針の策定検討会による「健康づくりの運動基準 2006」16)である. この考え方は、2008年実施予定の40歳 以上の被保険者と被扶養者を対象とする、内臓脂肪型肥満 に着目した特定健診および特定保健指導の義務化にもつな



Follow up [Months]

図1. 安定した狭心症患者をカテーテル治療群と運動療法群に無作為割り付けした臨床試験の結果. 1年間の心事故回避率カテーテル治療群よりも運動療法群の方が有意に高かった.

がるものであり、この国民への運動の普及を目的にした具体的な手引きが「健康づくりのための運動指針 2006 (副題エクササイズガイド 2006)」である 17).

エクササイズガイド2006は第1章の 理論編と第2章の実践編, および参考 資料である身体活動のエクササイズ数 表と身体活動増加のための事例集より 構成されている. まず. 理論編では. 一般に用いられている用語としての身 体活動関連の用語を定義している. す なわち,「身体活動」を「安静にしてい る状態より多くのエネルギーを消費す るすべての動き」とし、さらに「運動」 を「身体活動のうち、体力の維持・向 上を目的として計画的・意図的に実施 するもの」とし、「生活活動」を「身体 活動のうち運動以外のもの」としてい る. 身体活動, 運動, 生活活動の関係 を表1に示す。また、身体活動の強さ を表す単位としては「メッツ」を用い, 身体活動量としては「エクササイズ」 を用いている. なお、メッツとは安静 座位時の酸素摂取量を1とした時の相 対的な運動強度で,エクササイズはメッ ツ×実施時間である. 1エクササイズ に相当する身体活動を図3に示す.次 に、身体活動量の目標として、週に23 エクササイズの活発な身体活動を掲げ, そのうち4エクササイズは活発な運動 の実施を提言した. これは, 内外の文 献から生活習慣病予防のために必要な 身体活動量や運動量の平均から設定さ れている. なお, 活発な身体活動とは 3メッツ以上の身体活動を意味し、3 メッツ未満の低い身体活動は目標には 含めていない.

次の実践編では、①現在の身体活動量の評価、②現在の体力の評価、③身体活動量の目標設定、④実践、の順で具体的な内容を解説している。現在の身体活動量が目標に達していない場合には、日常生活での歩行などの生活活動を増やし目標達成を心がけることで調を始め、4エクササイズを目標にし、すでに週4エクササイズ以上の運動を始め、4エクササイズ以上の運動を始め、4エクササイズ以上の運動を始め、4エクササイズと目標にし、すでに週4エクササイズ以上の運動量がある場合には、週10エクササイズを目標に運動量を増やしていくことを推

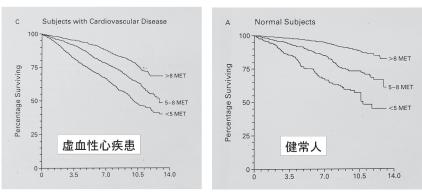


図2. 運動能力は虚血性心疾患患者はもとより、健常人においても心血管疾患の危険予測因子である. しかも他の危険因子よりも強力な死亡率の予測因子であり、1メッツの運動能力の増加が生存率を12%上昇させる.

表 1. 身体活動, 生活活動, 運動の相互関係 身体活動 運動 生活活動 中強度以上(3メッツ以上) 中強度以上の生活活動 中強度以上の運動 歩行、床そうじ、子どもと遊ぶ、介護、 速歩、ジョギング、 庭仕事、洗車、運搬、階段、... テニス、水泳... 低強度の運動 低強度の生活活動 ストレッチング、... 強 立位、オフィスワーク、洗濯、炊事、 康 ピアノ...

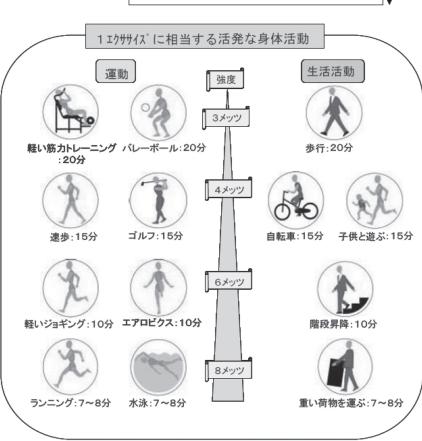


図3. 1エクササイズ(メッツ×時間)に相当する活発な身体活動

奨している.以下、本ガイドでは、目標を達成するための、生活活動を増加させたり運動量を増加させるアドバイスや、ライフスタイルに応じて身体活動量を増加させるための事例集を掲載している.

おわりに

今回, 提言された健康づくりのための運動指針2006 (エ クササイズガイド2006) は、従来の厚生労働省の提言を 一歩進めて、単に努力目標を定めただけでなく具体的な実 践方法まで提示したものといえよう. また、平成20年度 より医療保険者に義務化される特定健診・特定保健指導は 内臓脂肪型肥満に着目した生活習慣病予防のための対策で あり、内臓脂肪型肥満への早期介入や行動変容よって結果 を出す保健指導を目指すものである. これは、メタボリッ クシンドロームという氷山の海面上に突出した「血圧や耐 糖能および脂質代謝の異常」に個別的な対応をするのでは なく、氷山全体を溶解させて小さくする試みとも言える. そのためには、内科医は見かけ上健常な一般住民において も, 運動不足自体が重要な危険因子であることを認識し, エクササイズガイド2006の提言に至った経過や根拠とな るエビデンスを理解して、日常診療や生活指導に当たる必 要がある.

文 献

- Hambrecht R, et al: Percutaneous coronary angioplasty compared with exercise training in patients with stable coronary artery disease: a randomized trial. Circulation 109: 1371 - 1378, 2004.
- 2) Paffenbarger RS Jr, et al: A natural history of athleticism and cardiovascular health. JAMA 252: 491-495, 1984.
- 3) Blair SN, et al: Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women JAMA 262: 2395-2401, 1989.
- 4) Myers J, et al: Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. N Engl J Med 346: 793-801, 2002.
- 5) Tsuji I, et al: Impact of walking upon medical care expenditure in Japan: the Ohsaki Cohort Study. Int J Epidemiol 32: 809-814, 2003.

- 6) Tsuji I, et al: Health practices and mortality in Japan: combined effects of smoking, drinking, walking and body mass index in the Miyagi Cohort Study. J Epidemiol 14: S 39 - 45, 2004.
- 7) Fletcher GF, et al: Statement on exercise: benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans. A statement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. Circulation 94: 857-862, 1996.
- 8) Mokdad AH, et al: Actual causes of death in the United States, 2000. JAMA 291: 1238-1245, 2004.
- 9) Thompson PD, et al: Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity) Circulation 107: 3109-3116, 2003.
- 10) Leon AS, et al: Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention. Med Sci Sports Exerc: 33: S 502-15, 2001.
- 11) Leon AS, et al: Blood lipid response to 20 weeks of supervised exercise in a large biracial population: the HERITAGE Family Study. Metabolism: 49:513-520, 2000.
- 12) Fagard RH: Exercise characteristics and the blood pressure response to dynamic physical training. Med Sci Sports Exerc: 33: S 484-492, 2001.
- 13) Thompson PD, et al : Med Sci Sports Exerc : The acute versus the chronic response to exercise. 33 : S 438 445, 2001.
- 14) Knowler WC, et al: Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. N Engl J Med: 346: 393-403, 2002.
- 15) Carnethon MR, et al: Risk factors for the metabolic syndrome: the Coronary Artery Risk Development in Young Adults (CARDIA) study, 1985-2001. Diabetes Care. 27: 2707-2715, 2004.
- 16) http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/undou 02/pdf/data. pdf
- 17) http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/undou 01/pdf/data.pdf

シンポジウム

運動療法を行ううえでの整形外科的注意点

兵庫医科大学 整形外科 吉矢 晋一

加齢に伴う運動器の変化と運動の効果

中高齢者が運動療法を行うにあたっては、首、肩、腰、膝などの運動器における傷害を誘発しないように注意する必要があります。この年齢層では、脊椎・骨・関節・筋肉など運動に関わる各組織に何らかの加齢に伴う変性変化が生じています。これら変化はそれぞれの部位の傷害発生の要因ともなります。

各々の組織についてみると、まず骨の強度は、特に閉経後の女性では明らかな減少が見られます。関節においても40代以降では関節鏡による肉眼的観察では軟骨表面の毛羽立ちや光沢低下は明らかに認められるようになります。その他筋力や柔軟性についても経年的低下が現れてきます。ただ、これら骨強度、筋力、柔軟性の加齢に伴う低下は運動を行うことにより、予防できるばかりか、改善も可

能であることが分かってきています $^{1)}$. また適度な運動療法による筋力や柔軟性の改善、体重のコントロールは運動器の傷害の治療や予防にも役立ちます $^{2.3)}$. 以下、運動療法を行ううえでの整形外科的な面から見た注意点を述べます.

運動による障害の発生

運動による障害は多くのものはオーバーユースとも表現されるもので、組織に加わる負荷と組織の強度・耐久性のバランスのくずれによって発生します。従って過度の運動負荷や急な運動の開始、運動量の増加は障害発生につながりますし、前項で述べたようなそれぞれの人の運動器の強度や耐久性の低下が発生の主要因となる場合もあります(図1)。障害発生の予防と対処には、この両面を考慮する必要があります。つまり適切な量と内容の運動処方、運動



図1. 中足骨疲労骨折症例のレントゲン像.

- a. 15歳女子,変形や骨強度の低下などの要因はないが、高校に入りクラブ活動を始めたところ、急なスポーツ活動量の開始・増加に 伴い発生した疲労骨折 (矢印).
- b. 63歳女性、糖尿病に対する運動療法として、通常量のウォーキングエクササイズを始めたところ発生した、骨粗鬆症の存在に伴う 疲労骨折(矢印).

による個々の組織の強化の両者が重要です.

運動療法を行うについての注意点

- ・運動療法を始める際に、以前から時折痛い、など気になるところがあれば、整形外科医でのチェックを受ける。 程度の強い変形性関節症や脊椎レベルでの神経の圧迫があるときは、運動の種類に制限が加わることもあります。
- ・運動開始時のストレッチやウォーミングアップなど,運動前後を含めた全体のプログラムを傷害予防の観点から立てる.
- ・運動の種類のなかで、傷害発生につながる可能性のある もの(深い屈曲角度でのスクワットや遠心性収縮による 筋力訓練、勢いをつけたストレッチ、過度に上体を反ら せる運動、肩より上にものを持ち上げる運動の反復など) を避ける、また原則的には、低負荷での運動を選択する.
- ・傷害のある部位に負荷のかかりにくい運動種類(例えば 変形性関節症では坂道のウォーキングよりもむしろプー ルや自転車など)を選択する.
- 扁平足や内反膝などの変形とそれに伴う痛みが存在する 場合など、足底板(靴の底敷き)や膝サポーターなどの 装具の使用が助けとなる場合があります.
- ・痛みの出た際の対処については、運動後の痛みのみで翌日には治まる程度のものでは運動継続は可、また日常生活でも痛みが出たり痛みの強くなってくるような場合は運動の休止をする、運動休止後の再開のめやすは、痛みの無い可動域の回復をめどとする。
- ・運動器の加齢変化を余り気にするよりもむしろ、骨や関節は体重がかかったり動かしたりすることが必要な組織

である、という気持ちを基本に持つ.

腰部や膝の加齢変化に伴う痛み(変形性腰椎症、変形性 関節症)に対しても、運動療法による柔軟性や筋力の改 善は治療の重要な要素となっています。人工関節置換手 術後の方でもウォーキングやゴルフ程度までの運動はす すめられています⁴⁾.

まとめ

中高齢者が運動療法を行ううえで、気をつけるべき点について、運動器における傷害発生・増悪予防の観点から述べさせていただきました。運動療法の開始にあたっては、特に何らかの症状のある場合、まず傷害発生の基盤となるような問題がないかどうか、整形外科医の目でのチェック、アドバイス(場合により治療)を受けるのが望ましいと思います。そして障害の発生・増悪につながらない運動処方を行うことは、我々スポーツ医学にかかわるものの重要な課題であり、それにふさわしい知識、経験を身につける必要がある、と考えます。

文 南

- 福永哲夫:高齢者に対しての筋力トレーニングの意義と指導の内容およびその注意点。臨床スポーツ医学16:993-1001.1999.
- 2) 吉永勝訓:変形性関節症に対する運動療法. 整・災外49: 541-547, 2006.
- 3) 廣橋賢次ほか:変形性股関節症に対する運動療法 過去20 年の経験から — 整・災外49:619-631, 2006.
- 4) Healy WL et al: Athletic activity after joint replacement. Am J Sports Med 29: 377-387, 2001.

特別講演

臨床糖尿病の立場からみたメタボリックシンドローム

- その臨床的意義と運動の果たす役割 -

大阪市立弘済院附属病院 田中 史朗

メタボリックシンドローム (Mets) とは

(1) 2型糖尿病の急増とMets型糖尿病

平成14年に発表されたわが国における糖尿病患者の実態調査では、糖尿病が強く疑われる人が740万人、糖尿病を否定できない予備軍が880万人とされている。平成9年度調査時との比較では糖尿病が50万人、予備軍に至っては200万人の増加を認め、2型糖尿病、中でも予備軍の増加が著しい。このような近年における糖尿病の増加については肥満をベースにした西欧型、いわゆる Mets 型の糖尿病が注目されている。

一方,わが国における長寿化は、糖尿病患者の平均寿命を延長させ、その結果、合併症を有する重症糖尿病患者の増加が今日問題になっている。先日、発表された日本人糖尿病18,385名の死因調査では、糖尿病性腎症、虚血性心疾患や脳血管障害による血管死が全死因の26.8%を占め¹⁾、網膜症による失明や腎症による血液透析者の増加と共に、心血管病は糖尿病患者の重症化、ひいてはQOL低下の大きな要因となっている。

2型糖尿病の成因にはインスリン分泌不全を主体とする場合と、インスリン抵抗性を主体にそれにインスリンの相対的不足を伴うものとがあるが、実地診療においては患者の病態把握を肥満の有無や肥満歴、耐糖能異常の程度などから推測することが多い(図1)、インスリン抵抗性を特徴とするMets型糖尿病では、動脈硬化性疾患の合併が少なくないが、糖代謝異常については比較的軽症のものが多

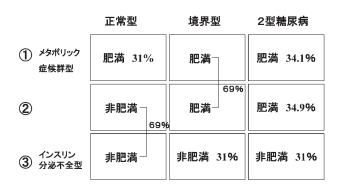


図1. 肥満の有無からみた2型糖尿病の分類

い. そのため、欧米に比べて虚血性心疾患が少ないわが国では、非肥満でより高血糖を呈し易いインスリン分泌不全型の糖尿病に比べて、Mets型糖尿病は糖尿病専門医の中での注目度はこれまで少なかった.

私どもの最近の調査では2型糖尿病の中に占めるMets型糖尿病の割合は28.5%に認め、今後もその増加が予想される.

(2) Metsの概念と病態

1988年 Reaven は個人に心血管リスクが集積する状態をシンドローム X と呼称し、その病態にはインスリン抵抗性が関与し、同時にこれらの例では高率に心血管病をきたすことを指摘した。その後、インスリン抵抗性や上半身肥満に特徴づけられる類似症例は、死の四重奏、マルチプルリスク症候群あるいは内蔵肥満症候群などと呼称されていたが、近年、代謝症候群 (Mets) として統一されるに至った。

一方、脂肪組織がサイトカインやホルモンを産生・分泌する内分泌臓器として位置付けられ、肥満による脂肪細胞の肥大化が脂肪細胞の機能異常をもたらし、アディポカインの分泌異常や感受性を変化させることが明らかにされている。即ち、肥満者でみられるアディポネクチンの低下やレプチン抵抗性がその代表的な例である。このような肥満による脂肪細胞の機能異常はインスリン抵抗性をはじめとしたMetsの病態形成に関与することになる(図2).

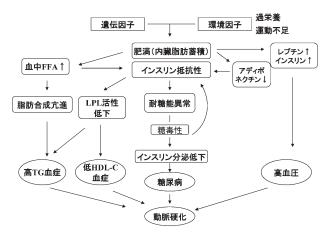


図2. メタボリックシンドロームとインスリン抵抗性

(3) Metsの頻度とわが国の診断基準

表 1 にわが国のMetsの診断基準を示した。この診断基準によるわが国におけるMetsの頻度は、平成18年度国民栄養調査(速報値)では $40\sim74$ 才の男性24.4%、女性12.1%とされている。実に1,940万人がMetsまたはその予備軍に該当することになる。

Metsは心筋梗塞,脳卒中など心血管病のリスクとなるほか,高齢化進行の中,問題となっているアルツハイマー病など認知障害のリスクとなる可能性も最近,示唆されている²⁾.

表1. わが国におけるメタボリックシンドロームの診断基準

<必須項目>

ウエスト周囲径 男性≥85cm 女性≥90cm

<上記に加え下記のうち2項目以上>

- ① 高トリク・リセライト・血症 ≥150mg かつ/または 低HDLコレステロール血症 <40mg
- ② 収縮期血圧 ≥130mmHg かつ/または 拡張期血圧 ≥85mmHg
- ③ 空腹時高血糖 ≥110mg

(4) 診断基準の問題点と臨床的意義

わが国の診断基準はウエスト周径を必須項目として他のリスクより重視している。しかし、内臓脂肪を含むウエスト周径の意義が十分解明されているとは言えず、しかも女性の基準値が90cm以上とアジア人の基準値80cmから大きく解離している。実際、この基準値を用いた女性におけるMetsの頻度が男性の1/5と実態を反映しないほか、住民を対象にしたコホート成績においても、女性におけるリスク重積者の90%が見逃されるとの指摘もある³⁾.

生活習慣病の予防対策としてMetsを診断する事の意義は少なくないと思われる.一方,糖尿病をはじめとする生活習慣病患者において,Metsの有無を診断するメリットに関しては,最近の日本を含むアジア人を対象にした報告では,併せ持つリスク以上の心血管病予後因子とはならないとする意見が強い⁴⁾.もっとも,ウエスト周囲径の測定により内臓肥満が疑われるケースでは,他の心血管リスクの有無を検索していく必要があるほか,ウエスト周径の測定は肥満者が減量する際の,減量効果のより鋭敏な指標になると考えられる.

Mets と運動の果たす役割

Metsは生体におけるエネルギー過剰状態であり、イン

スリン抵抗性や内臓脂肪蓄積を介して種々のリスクを生じる病態を形成する。したがって、Mets対策はインスリン抵抗性や肥満(特に内臓)を軽減させる具体的手段がその基本である。

(1) 運動習慣とMetsの頻度

2型糖尿病237名(平均年齢59.2歳, BMI 24.5)を対象に運動習慣とMetsの頻度を調査した私どもの成績を図3に示した.少なくとも1日30分以上の運動を週1回以上実施する群に比べ,週1回未満の運動習慣のない群では、Metsを呈するものの頻度が有意に大であった. 612名の住民を対象にした前向きコホート成績においても、とりわけ体力レベルの低い群ではその傾向が顕著にみられる5).

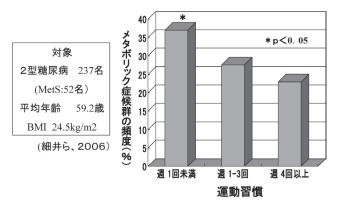


図3. 運動習慣とメタボリックシンドロームの頻度

(2) 運動の急性効果とそのメカニズム

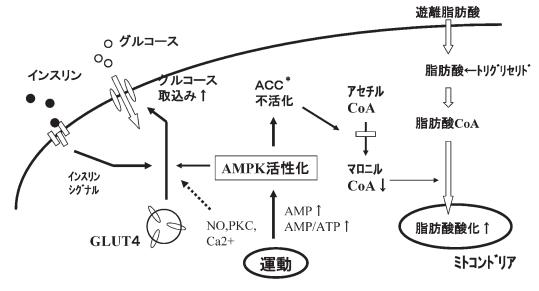
インスリン抵抗性は代謝面においては食後高血糖と高脂血症を生ずる.一方,運動時には運動筋においてブドウ糖や脂肪酸の利用が促進されるため,食後に実施する運動は食後高血糖や食後高脂血是正の有力な手段となり得る.

食後の血糖値上昇はインスリン分泌を促進させ、その結果、吸収されたブドウ糖の7~8割が骨格筋に取り込まれる。しかし、インスリン抵抗性状態では骨格筋への糖取込みが十分でないため食後高血糖を呈することになる。一方、運動による骨格筋への糖取込み作用は2型糖尿病患者などインスリン抵抗性状態おいても、健常者と変わりがないとされている。そして、食後の高インスリン状態では肝における糖産生は抑制されるため、運動の血糖降下作用はより顕著に認める。

肥満者では血中の遊離脂肪酸が高値を示す。また、脂肪 摂取はカイロミクロンの増加をもたらし、通常食後には血 中トリグリセリド値は上昇する。食後運動はリポ蛋白や脂 肪組織のトリグリセリド分解を促進させ、血中に放出され た遊離脂肪酸は運動筋でエネルギーとして利用される。

最近、運動時の糖取込みや脂肪酸酸化促進に細胞内エネルギー調節に関わる AMP キナーゼ(AMPK)が関与することが明らかにされている。

AMPK は細胞内エネルギー調節のマスター酵素であり,



* ACC: アシルCoAカルホーキシラーセー

図4. 骨格筋における運動時の糖取込み、脂肪酸酸化促進とAMPキナーゼ

AMPKの活性化が脂肪酸酸化や糖取込みを促進させる(図4). 抗糖尿病薬であるメトホルミンやインスリン感受性を促進させるアディポネクチンやレプチンなども AMPK を活性化させることでその作用を発揮することも最近報告されている.

以上,運動は直接AMPKを活性化させることで食後高血糖,高脂血症を是正するほか,インスリン抵抗性の改善を介して間接的にこれらの代謝異常を改善させるなど,Mets対策の有力な手段の一つとなる.

(3) 運動の継続効果

運動の継続効果を表2に示した.

①インスリン抵抗性

従来、運動鍛錬者では糖負荷後の血糖値は正常であるが、インスリン反応は健常者に比べ低値を示すとされ、インスリン感受性が亢進していることが示唆されている。我々はグルコースクランプ法を用いて運動鍛錬者のインスリン感受性を測定したところ、運動鍛錬者に比べインスリン感受性の指標であるグルコース注入量が有意に大であった。また、インスリン抵抗性にある2型糖尿病において40~60%強度の運動を4~6週間継続させ、その前後でインスリン感受性を測定したところ、運動療法後には前に比べ50%近い改善がもたらされた(図5)。同じく2型糖尿病において9種目のレジスタンス運動を4週

表2. メタボリックシンドロームにおける運動効果

- 1) 体脂肪中心の減量(とくに内臓脂肪)
- 2) インスリン感受性の改善
- 3) 耐糖能・糖代謝の改善
- 4) 脂質代謝の改善(トリグリセリド↓、HDL-C↑)
- 4) 高血圧の改善
- 5) 全身持久力の向上

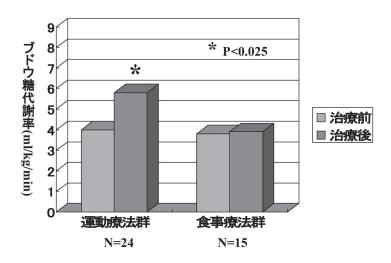


図5.2型糖尿病における運動療法のインスリン感受性に及ぼす効果

間にわたり実施させた場合においても、有酸素運動に匹敵するインスリン感受性の改善効果を認めた.これらの運動によるインスリン感受性改善効果はインスリン抵抗性改善薬による効果を凌駕する内容であった.

運動療法の継続は骨格筋 Glut 4 蛋白の増加, ミトコンドリアの増加, 骨格筋内脂肪の減少 などを介して Mets でみられるインスリン抵抗 性を改善させると考えられる.

②その他の運動継続効果

運動の継続は脂質代謝異常の改善をはじめ 表2に示した種々の効果をもたらす.

おわりに

平成20年度から特定健診、特定保健指導が 実施されるが、これらの対象はMetsに焦点が当てられている。Metsが生活習慣の歪みから生じている病態であり、 その治療、予防の基本は食事や運動などの生活習慣の是正にある。事実、対象の多くがMetsと考えられるIGTを対象にしたDiabetes prevention program (DPP) ⁶⁾ (図6) を初めとする疫学調査においても運動をはじめとする生活習慣の是正が、薬物療法を凌ぐ治療・予防手段であることが明らかにされていることを最後に強調しておきたい。

文 献

- 1) 糖尿病の死因に関する委員会報告: アンケート調査による日本人糖尿病の死因-1991~2000年の10年間, 18385名での検討-, 糖尿病50:47-61, 2007
- 2) Yaffe K et al: The metabolic syndrome, inflammation, and

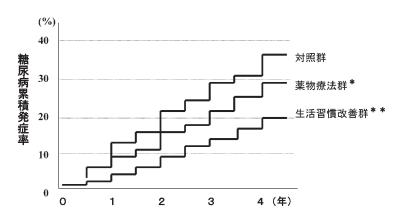


図6. 糖尿病予備軍における生活習慣改善と糖尿病発症率 *メトホルミン 850mg×2 **脂肪摂取25%以下, 速歩150分/週, 7%減量

risk of cognitive decline. JAMA 292 (18): 2237 - 42, 2004

- 3) Hara K. et al: A proposal for the cutoff point of waist circumference for the diagnosis of metabolic syndrome in the Japanese population. Diabetes Care, 29: 1123-1124, 2006
- 4) Sone H, et al: Is the diagnosis of metabolic syndrome useful for predicting cardiovascular disease in Asian diabetic patients? Diabetes Care 28: 1463-1471, 2005
- 5) Laaksonen, DE, et al : Low levels of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness predict development of the metabolic syndrome. Diabetes Care, 25 : 1612 - 1618, 2002
- 6) The Diabetes Prevention Program Research Group: Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. N Engl J Med 346: 393-403, 2002

平成20年3月31日印刷 平成20年4月5日発行

編集・発行 関西臨床スポーツ医・科学研究会

発 行 人 高 倉 義 典

事 務 局 〒634-8522

奈良県橿原市四条町840番地 奈良県立医科大学 整形外科 電 話(0744)22-3051 FAX(0744)29-4902

印 刷 所 〒540-0003 大阪市中央区森ノ宮中央2-9-5 共 進 社 印 刷 株 式 会 社 電 話(06)6941-8881 FAX(06)6941-1053