



図 4 腰痛がなかなかよくなる場合の体操メニュー(腰を反らせるエクササイズ)——初期の数週間のエクササイズ^{13,14)}

うつ伏せから、腕の力で、上体をゆっくり最大限に反り、AあるいはBの姿勢を保持しながら腰の力を抜いて息を吐く。うつ伏せに戻し、大きく息を吸って、呼吸を止めないようにする。1セット(10回)を、①起床時、②午前10時頃、③昼休み、④午後3時頃、⑤夕食前後、⑥就寝前、の目安で、痛みが軽減(図6-B)しない限り、1日6セットを目安に行う。最初の1~2セットで腰の違和感が弱くなったとしても、強い痛みを感じなければ数セット続ける。多くの場合は徐々に楽になる。

職場などでうつ伏せになるスペースがない場合は、図3-左の“反る体操”を3秒間、10回繰り返す。肩幅で楽に立ち、膝はできるだけ伸ばしたまま、両手を支点に上体をできるだけ後ろに反らす。

適切な運動方向になることが多い伸展エクササイズについて、ある程度マニュアル化したものを提示する。とくに、問診により、①起床時に痛い、②前かがみ動作や姿勢、座位姿勢で痛くなりやすい、③歩いているほうが楽、④腰を反らさないようにしていた、という傾向がひとつでもあれば、試してみる価値があると考えている(図4、5)。

● 伸展エクササイズの実際(図4、5)^{13,14)}

腹臥位から腕立て伏せをする要領で、上体をゆっくり最大限に反り、数秒保持しながら腰の力を抜いて息を吐かせる。亀背など後彎変形がある人に対してはお腹の下に枕を入れて、その患者が可能な範囲で伸展させればよい。最初の1~2週は1日6セットを目安にホームエクササイズとして課し、職場などでうつ伏せになるスペースがない場合には立位での腰をしっかり反らせることで代用させる。ただし、日中職場では多忙であったり、10回連続で行うのは人の目が気になる環境である場合は、前述した3秒3回の体操をまめに行うよう指導するほうが現実的である。

伸展運動中に神経症状を示唆する痛みやしびれが末梢へ放散する場合は本エクササイズは適応外と判断し、その時点で中止させる必要がある。ただし、初期の段階で腰部の違和感および痛みが多少強くなっても、下肢への痛みやしびれの放散や移動さえなければ、徐々に楽になるため続けさせても大丈夫である。改善するかどうかを見極めるポイント。言い換えればこの伸展エクササイズを続けてもらう価値があると判断する徴候として、痛みが軽くなることや伸展可動範囲が大きくなることに加え、centralization(痛みの中央化といって関連痛としての殿部および下肢の症状が伴う場合、その痛みやしびれの部位が遠位から腰部に近づく徴候)がある(図6)。軌道にのった後は、機能回復を目的とした屈曲エクササイズを適度に追加させる。

● 典型的な腰部脊柱管狭窄症に対するエクササイズ¹⁴⁾

腰部脊柱管狭窄症は腰椎の加齢変化に伴い、腰の神経(神経根および馬尾)が圧迫されることに起



図 5 腰痛が軽くなってきた後のエクササイズ⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾
 図4の“腰を反らせるエクササイズ”を数週間程度行い、腰痛が軽くなってきたら、夜だけ腰を屈めるエクササイズを、腰を反らせるエクササイズの間に加える。両方の膝を軽く開き、息を吐きながら3秒間、症状が悪化(図6-B)しないことを確認しつつ、慎重に脚を揃える(5回繰り返す)。
 朝・昼・夜以外でも、起床後、長時間の座位作業、前屈み作業後、その他日常生活や仕事での動作によって予兆や軽い痛みを感じた際には、そのつど立位での腰を反らせるエクササイズ(3秒間保持×3回が目安)を行う。
 腰を屈めるエクササイズを追加するのは夜だけでよい。午前中は椎間板の内圧が高まっていて痛みが加えて悪化する可能性があるため、屈めるエクササイズは行わない。

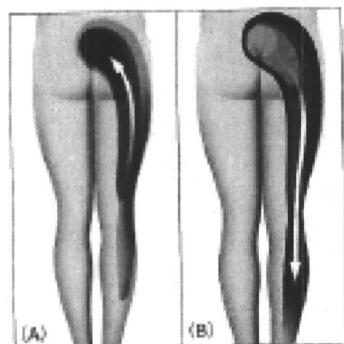


図 6 よい兆候と悪化の兆候を見極めるポイント⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾
 A: 腰を反らせるエクササイズを行って見た際に、痛みや腰を反らせる範囲がよくなることやセントライゼーションは、この体感が合っていることを示すサインである。セントライゼーション(痛みやしびれの中央化)とは腰だけでなく膝部から下(脚)にも症状がある場合、脚のほうから腰部へ症状が移動することであり、よい兆候である。
 B: 痛みやしびれが大腿(大腿、ふくらはぎやすねのほう)に放射する、あるいは腰部から過位(臀部、大腿のほう)に移動する場合は悪い兆候である。具体的には、腰の神経を刺激している症状である可能性がある。体操は中止し、整形外科医に相談するよう指導する。

因する代表的な脊椎のロコモ関連疾患である、とくに高齢者で、背筋が伸びた姿勢になる立ちっぱなしや歩行中に坐骨神経痛を代表とする下肢症状(脚の痛みやしびれ)が生じ、腰がすこし前かがみになる横向きで寝ているときや自転車に乗っているときは楽であるといった場合は、本症がまず疑われる。背筋を伸ばした姿勢では神経の圧迫が強くなり神経の血液循環が悪くなるが、逆にすこし前かがみになると神経の圧迫が減るためとされている。とくに、歩行中に症状が悪化し一時的に歩

けなくなり、前かがみ姿勢ですこし体むとふたたび歩きだせることを間欠跛行とよび、本症に特徴的とされている。

下肢症状に伴う間欠跛行があり、MRI上その症状を説明できる狭窄がある患者をエントリーし追跡できた185例を解析対象とし前向き調査を行った。その結果、3年後までに手術が行われた症例、保存的経過で不変・悪化症例、保存的経過で改善例はそれぞれ約1/3を占めた。保存的改善の予測因子としては、根症状単独(おもに片側下肢痛、単

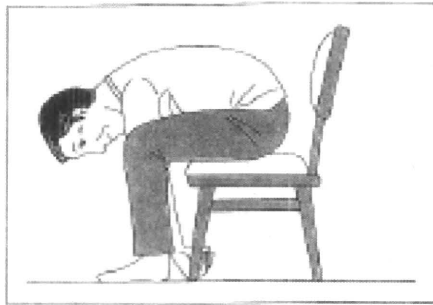


図7 典型的な腰部脊柱管狭窄症(間欠跛行を伴う片側の坐骨神経痛症状)に対する椅子での屈曲(腰を屈める)体操¹⁴⁾
 椅子の下をのぞきこませる(3秒間保持)。屈んだ時に息を吐くよう指導する。診察後、椅子での屈曲体操をまず5回行わせ、症状の悪化(下腿症状の出現・増悪、立位での伸展可動域の低下)がないかを確認する。症状が悪化せず、かつ伸展可動域が変化していなければ、さらに5回を1セットとし、3セット行わせる。それでも症状と伸展可動域の悪化がなければ、これをホームエクササイズとする(ホームエクササイズ: 10~15回を1セットとし、1日5~6セット)。

根性の症状)であったこと、馬尾症状(両側下肢のしびれを伴うもの、多製性の症状)を伴う場合は、①灼熱感を主とする会陰部症状、②本症由来の膀胱直腸障害を示唆する歩行時尿(便)漏れ感、③不可逆的な症状とされる両足底の安静時しびれのいずれもない、つまり症候としてはまだ重症化していない症例。画像所見においては脊柱管の狭窄程度が重度でなく軽度なほど、そして多椎間狭窄でないこと(つまり単椎間狭窄)が有意で、抑うつが強いことがほぼ有意な因子であった、つまり根型症例、馬尾症状があっても重症徴候がない症例、高度狭窄および多椎間狭窄がない症例は、基本的に保存的に経過をみても妥当であること、患者のうつ状態にも配慮する必要があることが示唆された。保存療法としてはわが国では、プロスタグランジン E1 誘導体の内服が第一選択である¹⁵⁾。

現状では運動療法単独が本症に有用であるとの十分なエビデンスは得られていないが、著者の経験では、本症のなかでも症候としてもっとも頻度の多い片側の神経根症(とくに第4/5 腰椎が責任高位でL5 腰髄神経根症状、つまり坐骨神経痛による間欠跛行が多い)に対しては、図7に示した屈曲体操を試してみる価値がある。本法もマッケンジー法に基づいた運動療法である。

患者への教育

動機づけをきちんとさせ体操を能動的に習慣化させることとともに重要なのは、エビデンス情報に基づいた患者教育である。腰痛のエピソードを頻繁に繰り返したり慢性的に難治化して日常や仕事に支障をきたしている患者では、自分の腰はヘルシーではないとの思い込みからコルセットを常

時装着するなど腰を大事にしようとする意識が強く、安静重視の思考に陥り、活動的に行動することへの恐怖感、警戒心が強くなる傾向にある。二次的に不安障害やうつ状態に陥っている場合もでてくる。前述した腰部脊柱管狭窄症の患者でも抑うつ的な患者は少なくなく、健康関連 QOL の低下に關与している¹⁶⁾。専門的には恐怖回避行動(「サイドメモ5」参照)とよばれ¹⁷⁾、これは過去に説明された画像上の異常所見への執着や、無理をしないほうがよいとする安静重視の指導(脊柱管狭窄症では将来車いすになってしまう可能性が高いなどといった発言)など、不用意かつ根拠のない医療者の態度に影響されてのことが少なくない。

まず、このような思考に対し、すべり像を含む変性やヘルニア、分離症、ある程度の狭窄症など

サイド
メモ
5

重要な予後規定因子 「恐怖回避行動」

「私の腰はX線で正常でなく傷んでいるといわれた。気になってしょうがない」「介護や運送といった、いわゆる重労働は腰にすごく悪いとよくいわれる。心配だ」「自分の仕事は重労働過ぎて、このまま続いていると私の腰はとんでもないことになってしまうとついつい悪い方向に考えてしまう」「いまの腰痛が完治するまでは、とにかく無理をせず通常の仕事には戻らないほうがよい」などといった腰痛に対する強い恐怖感と、それに伴う過剰な活動の制限(恐怖回避行動)が、腰痛の予防や回復にとって好ましくないことがわかっていく。ここであげた事項には医学的根拠はなく事実ではない。エビデンスに基づいた情報に基づく正しい教育をし、客観的に腰痛と向き合わせる必要がある。

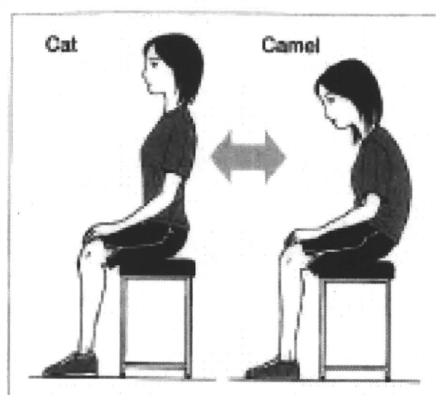


図 8 椅子でのCat & Camel

上体を反る・丸める動作を交互に数秒間保持し、リズムカールに繰り返す。反るときにしっかりと反ることがポイント、椅子に座った状態が変くなる(30分以上など)際に行くと効果的である。

の画像所見は決して珍しい所見ではなく、かつ無症候性の場合も少なくなく、画像診断と腰痛には強い関連がないという医学的根拠をよく理解させる必要がある。そして現在は、ざっくり腰でさえも安静にしすぎるとかえって予後が悪く^{13,17)}、腰痛があってもできるだけ活動的に行動し、通常の業務を休まず行ったほうが予後がよいという考えが世界的に主流であることを教育する必要がある。

また、腰痛はもっとも頻度の高い、言い換えればだれもが一生涯に一度は経験しうる痛み診断で、一度発症すると基本的に再発を繰り返しやすい。現状では残念ながら完全な治癒と再発予防は難しいとされている。完治をめざすよりも上手に腰痛と付き合いながら、できるだけ日常の活動を妨げないよう患者自身が主体的に考え行動することが重要であることを教育する。以上のことを理解いただくうえで、まずは患者の痛みや disability に共感する態度を示すことがきわめて重要である。

おわりに

日頃、腹筋・背筋も含め自分なりに鍛えていることは尊いことであり、慢性腰痛の治療としても簡便な腹筋・背筋を主としたホームエクササイズメニューは、支障度のそれほど高くない患者群には非ステロイド系消炎鎮痛薬の内服よりも有効と

するわが国での無作為比較試験の結果が報告されている¹⁸⁾。今回、著者が提示した内容は不精な人でも多忙な人でも導入としては習慣化しやすい簡便な予防体操と、いままで体操を含む種々の治療を試してきたもののあまり効果が出ていない人に対して、“だまされたと思って試していただきたい”治療用の体操について概説した。

しかし、紹介した体操も含め運動療法は重要ではあるものの万能ではない。目標は痛みをゼロにしつづけることではなく、ある程度楽な状態を保つセルフコントロール法を身につけ、活動的に過ごしてもらうことであることを忘れないでほしい。たとえば、「まだ痛みは残っているが、だいぶ過ごしやすくなった、ゴルフも再開できた。予防体操(図3)は習慣化している」といったところを三次予防の際には目標設定とし、説明・指導することが肝要である。

加えて簡便な有酸素運動として定期的なウォーキングを、できれば緑のあるコースでの週2回を目標に、ストレス解消目的も兼ねて勤めるとよい。万歩計を携帯させると活動性の向上に役立つ¹⁹⁾。さらに著者は、いわゆるコアマッスルの強化とリラクゼーション効果を兼ねうる腹式呼吸と、座位での簡便な体操(Cat & Camel; 図8)を習慣化することを勧めている。

慢性腰痛対策となる趣味としては、ヨガとアレクサンダー・テクニク(「サイドメモ5」参照)の有益性が、無作為比較試験で示されている^{20,21)}。

サイド
メモ
5

アレクサンダー・テクニク

習慣化された体の不必要な緊張に気づき、それをやめることを学ぶ方法。音楽家、俳優、ダンサーが支持している方法で、最近イギリスでは慢性腰痛の治療として推奨されるようになった。20世紀初頭にオーストラリア出身でシェイクスピアの俳優(声優)であったフレデリック・マサイアス・アレクサンダーにより方法論化された。ジュリアード音楽院など、欧米では本法を正規の授業として取り入れている音楽学校や演劇学校は少なくない。レッスンを受けた著名人としては、ポール・マッカートニー、スティヴィング、キアヌ・リーブス、ヴィクトリア・ベッカムなどがいる。

参考資料 8. 腰痛管理のためのエクササイズ(体操). 医学のあゆみ, 2011

これらは体を動かすだけでなく, 自分の内面をみつめる効果もあるというメリットもある.

心理社会的要因が強い患者に対しては, ヨーロピアンガイドライン(慢性腰痛管理)¹²⁾などでも推奨度の高い認知行動療法^{22,23)}を駆使せざるをえないことも覚えておいていただきたい.

文献

- 1) Kikuchi, S.: *Eur Spine J.*, **17**(Suppl. 4): S421-S427, 2008.
- 2) 松平 浩: 産科医学ジャーナル, **33**: 60-66, 2010.
- 3) 松平 浩・他: 日本整形外科学会雑誌, **84**: 452-457, 2010.
- 4) Matsushira, K. et al.: *Occup. Environ. Med.*, 2010, Sep.10. [Epub ahead of print]
- 5) 松平 浩・他: 産婦人科治療, **84**(増刊): 749-756, 2007.
- 6) Deyo, R. A. et al.: *JAMA*, **268**: 760-765, 1992.
- 7) Chou, R. et al.: *Lancet*, **373**: 463-472, 2009.
- 8) Burton, A. K.: *Bar Proc. Res. Clin. Mater.*, **19**: 541-555, 2005.
- 9) 松平 浩: 季刊ろうさい, **8**, 2011. (in press)
- 10) 松平 浩: *Jpn. J. Rehabil. Med.* (リハビリテーション医学), **47**: 282-289, 2010.
- 11) 松平 浩: 季刊ろうさい, **7**: 24-29, 2010.
- 12) Airaksinen, O. et al.: *Eur Spine J.*, **15**(Suppl. 2): S192-S300, 2006.
- 13) Long, A. et al.: *Spine*, **29**: 2539-2602, 2004.
- 14) 松平 浩・他: *Geriatric Medicine* (老年医学), **48**: 361-367, 2010.
- 15) Matsushira, K. et al.: *Spine*, **34**: 115-120, 2009.
- 16) 松平 浩・他: 日本腰痛学会誌, **15**: 192-196, 2007.
- 17) Matsushira, K. et al.: *Industrial Health*, 2011. (in press)
- 18) Shirado, O. et al.: *Spine*, **35**: E811-E819, 2010.
- 19) Dena, M. et al.: *JAMA*, **298**: 2296-2304, 2007.
- 20) Williams, K. et al.: *Spine*, **34**: 2066-2076, 2009.
- 21) Little, P. et al.: *Br. J. Sports Med.*, **42**: 965-968, 2008.
- 22) Lamb, S. E. et al.: *Lancet*, **375**: 916-923, 2010.
- 23) 松平 浩, 笠原 論: 整形外科バサージュ, 1巻 (山下敬彦編). 中山書店, 2010, pp.267-278.

厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）
分担研究報告書

メタボリックシンドローム対策を阻害する要因としてのロコモティブシンドローム

分担研究者 宮地元彦
（独立行政法人 国立健康・栄養研究所）

研究協力者 村上晴香、大森由実
（独立行政法人 国立健康・栄養研究所）

- 1) メタボの概念に基づいた特定健診・保健指導が平成20年の4月から始まった。
- 2) メタボ改善には一日3000歩の増加もしくは、週5回、1回約30分の中強度運動を今の生活に加えることが必要である。
- 3) 身体活動を増加させ、1年間で体重が5kg程度減少する介入を受けると、参加した肥満者の17%程度が膝や腰といった運動器の痛みや不具合を訴える。
- 4) 運動器の痛みや傷害の予防や、発生した後の運動・身体活動の継続には、医師や健康運動指導士の適切な支援が不可欠である。
- 5) 特定健診・保健指導の現場で頻発する、ロコモを予防し改善するための指導方法の確立が必要である。

A. 研究目的

膝・腰などの運動器の痛みとそれに伴う運動・生活機能の低下を幅広く含む新しい概念であるロコモティブシンドローム（ロコモ）が、日本整形外科学会を中心として2009年より提唱されている。ロコモの代表的疾患である関節疾患は要介護が必要となる要因の9%、要支援になる要因の20%を占めることから、高齢化の進展が急速な我が国にとって、ロコモは公衆衛生上の重大な問題の一つである。

ロコモの最大の危険因子は加齢である。したがって、平均年齢が延びた我が国では、ロコモは誰にでも起こりうる。第二の主要な危険因子として肥満があげられる。肥満に伴う膝や腰への荷重の増加が、関節の炎症や関節軟骨・椎間板の変性を引き起こす。また、筋力不足・運動不足も危険因子と考えられており、メタボリックシンドロームや糖尿病などと同様に、生活習慣病の一つと考えても良い。その一方で、足腰に大きな負担がかかる激しいスポーツ経験や肉体的労働に長期にわたり従事することも、いわ

ゆる使いすぎ症候群としてロコモの要因となると言われている。

メタボ改善という明確な目標があったとしても、一日3000歩の歩数の増加もしくは、週に5回の約30分の中強度の有酸素運動を継続して実施することはなかなか困難である。運動習慣の継続を阻害する要因に関しては、社会学的・心理学的要因が検討されてきており、自己効力感の低下、周囲のサポートの不足、取り組みの効果が実感できないなどがあげられている。それに加えて注目されるのが、運動実施に伴う膝や腰などの運動器の痛みや不具合である。メタボ該当者や予備群は、概ね肥満であり運動・体力不足である。このような方々が、急に運動・身体活動を増加させれば、それを支える膝や腰に負担がかかることは容易に想像できる。ましてや、指導者による適切な運動・身体活動指導を受けていないとなると、そのリスクはますます高くなると思われる。しかし、肥満者の運動継続に伴いどの程度の割合で、関節障害や痛みが生じるかについての知見は少ない。

そこで本研究では、肥満・メタボ者に対する身体活動指導により、運動器の痛みや異常を訴える者の割合について検討することを目的とした。

B. 研究方法

メタボリックシンドロームなどの代謝性疾患の原因である内臓肥満の改善には、身体活動量の増加と摂取カロリーの減少が不可欠である。佐久肥満克服プログラムは、238名の肥満者(BMI>25)の体重を、運動と食事の介入により減少させることを目的とした無作為割り付けクロスオーバー介入研究である。平成19年度は、2群のうちA群に対して運動と食事指導による介入を、B群は非介入での観察を実施し、20年はB群に対し介入し、A群に対しては非介入での観察を実施した計2年間の結果が明らかとなった。

佐久肥満克服プログラムでは、全ての被験者に対して、段階的に1日あたり1.4METs・時もしくは3000歩の歩数増加を促す身体活動量増加の目標を設定した。歩数計機能が付加された加速度計(活動量計)は、自由に生活する人の身体活動を継続的かつ定量的に評価することができるため、身体活動量の客観的評価法としてよく用いられている。そこで我々は、活動量計を用いた生活活動増加の介入を試みた。介入に先立って、傷害予防のための準備・整理運動、歩く際の服装や靴、活動強度についての教育を実施した。

両群の被験者に研究終了後、聞き取り調査を行い、「介入中の1年間で歩数や活動量を増加させるに伴い、怪我や身体の痛みを感じたことがありましたか」と尋ねた。

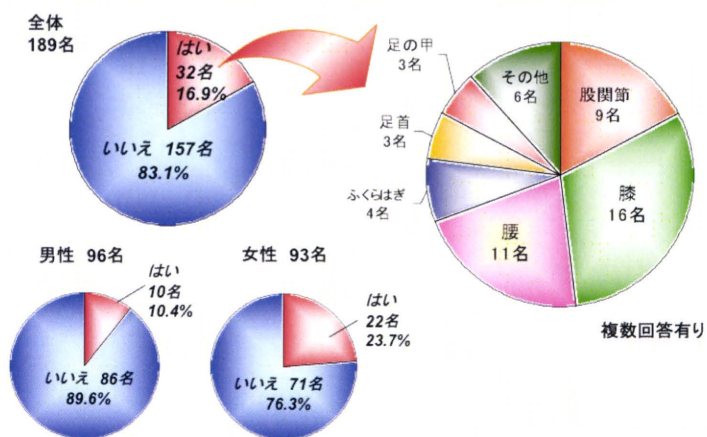
C. 研究結果

ベースラインの歩数と身体活動量は、A群で7479歩/日と2.9エクササイズ/日であり、B群で8134歩/日と3.2エクササイズ/日であった。歩数、活動量ともに両群間に有意差はなかった。A群の介入開始1年後の2週間の歩数と身体活動量は9022歩/日と3.7エクササイズ/日で、ベースラインの値よりも歩数で

約1500歩、身体活動量で約0.8エクササイズ有意に増加した。これらの増加量は、研究開始時に目標とした+3000歩や+1.4エクササイズ/日の約半分程度に相当した。B群では1年後の歩数と身体活動量は8426歩/日と3.4エクササイズ/日で有意な変化は見られなかった(図1参照)。2年後のA群の歩数と身体活動量は、8140歩/日、3.3エクササイズ/日となり、1年後よりも有意に減少したが、ベースラインよりは有意に高い値であった。B群では歩数10169歩/日と身体活動量4.2エクササイズ/日となり、ベースラインと1年後と比較して、約1600歩、約0.8エクササイズほど有意に増加した。このB群の2年目の増加量は、A群の1年目の増加量とほぼ同様であった。A群の介入開始1年後の体重と腹囲は75.1kgと97.6cmで、ベースラインの値よりも体重で約4.5kg、腹囲で約4.0cm有意に減少した。B群では1年後の体重と腹囲は81.1kgと103.6cmで有意な変化は見られなかった。2年後のA群の体重と腹囲は、76.3kgと98.6cmとなり、1年後のよりも有意に減少したが、ベースラインよりは有意に高い値であった。B群では体重75.6kgと腹囲97.9cmとなり、ベースラインと1年後と比較して、5.5kg、5.7cmほど有意に減少した。

研究期間終了後に聞き取りができた189人中の32名17%から「あった」という回答を得た。男女別では、男性は10%、女性は24%と、女性の方が「あった」と答えた割合が高かった。また、その部位について尋ねたところ、膝、腰、股関節、ふくらは

①介入中の1年間で歩数や活動量を増加させるに伴い、怪我や身体の痛みを感じたことがありましたか？



ぎなどが上位であった(図参照)。ただし、怪我や痛みによって短期間の運動中止を余儀なくされたものの、整形外科受診により適切な治療を受ける、不定な痛みを感じる程度であれば健康運動指導士による痛みを緩和するための運動指導を受ける、あるいは自然治癒により身体活動を再開し、研究から離脱せざるを得ないほどの重篤な傷害や痛みを発展するケースはなかった。

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

D. E. 考察と結論

これらの結果は、メタボ者やその予備群を対象とした減量のための運動・身体活動指導を非監視で実施し、1日当たり15分程度の身体活動量の増加が1年間継続したことにより、5kg程度の減量が観察された大規模な介入研究事例において、専門家による傷害や事故予防のための安全対策が十分に取られているとしても、かなりの割合の参加者がロコモの症状を経験したことを示している。症状の自覚後の運動・身体活動継続には、医師や健康運動指導士の適切な支援が不可欠であると考えられる。

F. 健康危険情報

G. 研究発表

1. 論文発表

- メタボリックシンドローム対策を阻害する要因としてのロコモティブシンドローム、宮地元彦、村上晴香、大森由美：健康増進プログラム：Progress in Medicine：30(12)：3083-3086, 2010.

2. 学会発表

- Effects of pedometer-based physical activity intervention on abdominal fat and blood pressure: Saku community-based randomized crossover study, Miyachi M, Ohmori Y, Morita A, Aiba N, Watanabe S:: 2010 Annual Scientific Meeting and Exposition, American Society of Hypertension, Journal of Clinical Hypertension: 12(Suppl 1): A14, 2010.

生活習慣病予防のための運動を阻害する要因とその原因別の対策に関する研究
分担研究者 木村 穰（関西医科大学 健康科学科教授）

研究要旨

四肢、体幹部の可動域評価につき、高感度3軸加速度センサー（アクションセンサー、(株)新世代）を体幹部に装着し、その後四肢挙上、体前屈、体側屈を施行し、体幹部の位置情報より可動域、左右差を解析し、筋緊張の状態を推定した。その後、その筋緊張を修正するために必要な筋部位を同定し、ストレッチ処方として作成した。本法により、体幹部の可動域、バランスおよび緊張状態の定量、可視的評価が可能となり、また補正運動の個人処方が可能になると考えられた。

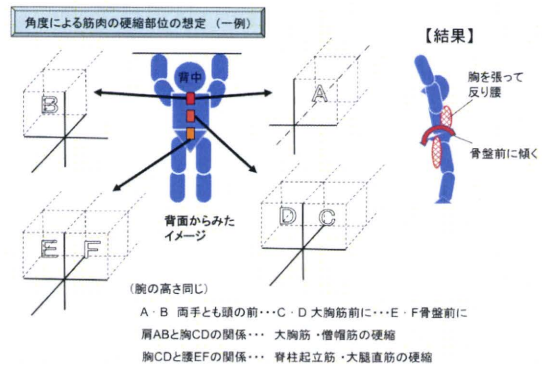
A. 研究目的

四肢、体幹部の可動域評価につき、高感度3軸加速度センサー（アクションセンサー、(株)新世代）を用い評価し、センサーの位置情報より可動域、左右差を解析し、筋緊張の状態を推定した。その後、その筋緊張を修正するために必要な筋部位を同定し、ストレッチ処方として作成することを目的とした。

B. 研究方法

I 測定方法

センサー装着部位は下記のごとく、両側上腕、背部中央、背部仙骨部の4カ所とした。各部位には、専用ホルダーを用い固定した。各センサーの個々の位置情報を同時に解析し、各センサー間の3次元での相互関係を別紙のごとく解析した（別紙A、C）。



上肢においては、左右のセンサーの位置情報より、下記の別紙の判定基準を用い、各位置情報により固有の筋の緊張状態を推定した（別紙判定基準B）。

※ 両上肢挙上動作
センサー 腰のみ
測定値
 $D_x = \sqrt{d_{x1}^2 + d_{x2}^2}$ 右腕のセンサの測定データ
 $D_y = \sqrt{d_{y1}^2 + d_{y2}^2}$ 左腕のセンサの測定データ

行番号	判定基準A	判定基準B	筋肉の強い部位
1	両腕の高さが等しい $d_{x1} = d_{x2}$	両腕内に前後 $d_{x1} > 0, d_{x2} < 0$	大胸筋
2	両腕の高さが等しい	両腕内に後傾 $d_{x1} < 0, d_{x2} > 0$	僧帽筋
3	両腕の高さが等しい	右腕が前後、且つ、左腕が後傾 $d_{x1} > 0, d_{x2} < 0$	大胸筋右 三角筋左 僧帽筋左
4	両腕の高さが等しい	右腕が後傾、且つ、左腕が前後 $d_{x1} < 0, d_{x2} > 0$	大胸筋左 三角筋右 僧帽筋右
5	両腕が高くない $d_{x1} > d_{x2}$	両腕内に前後 $d_{x1} > 0, d_{x2} > 0$	大胸筋 僧帽筋右 広背筋左
6	両腕が高くない	両腕内に後傾 $d_{x1} < 0, d_{x2} < 0$	僧帽筋左 三角筋左
7	両腕が高くない	右腕が前後、且つ、左腕が後傾 $d_{x1} > 0, d_{x2} < 0$	大胸筋右 僧帽筋右 広背筋左
8	両腕が高くない	右腕が後傾、且つ、左腕が前後 $d_{x1} < 0, d_{x2} > 0$	大胸筋左 僧帽筋左 広背筋右
9	両腕が高くない $d_{x1} < d_{x2}$	両腕内に前後 $d_{x1} > 0, d_{x2} > 0$	大胸筋 僧帽筋左 広背筋右
10	両腕が高くない	両腕内に後傾 $d_{x1} < 0, d_{x2} < 0$	僧帽筋右 三角筋右
11	両腕が高くない	右腕が前後、且つ、左腕が後傾 $d_{x1} > 0, d_{x2} < 0$	大胸筋右 僧帽筋右 広背筋右
12	両腕が高くない	右腕が後傾、且つ、左腕が前後 $d_{x1} < 0, d_{x2} > 0$	大胸筋左 僧帽筋左 広背筋左

I 各動作の可動域評価から得られる筋緊張状態の評価方法

下記4種類の動作における主動筋の緊張と拮抗筋の弛緩状態の相互関係を、各センサーの位置関係(可動域の差異)より評価し、可動域の制限や左右差が生じる場合、拮抗筋の弛緩不全の可能性があると考えられる。

①上肢挙上動作

肩甲上腕関節外転

肩甲骨上方回旋

主動筋・・・僧帽筋(上部) 三角筋(中部繊維)

拮抗筋・・・広背筋 大円筋 小円筋

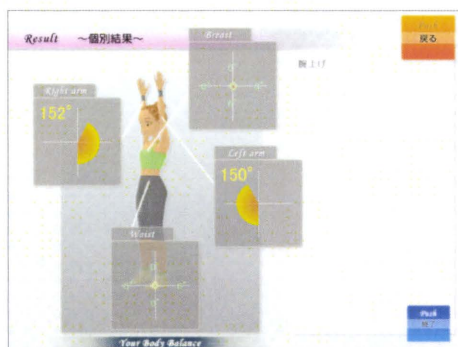
可動域制限

肩甲上腕関節の最終外転ポジションまで行かない

→外転角度に左右差が生じる

代償動作

- ・体幹の側屈動作
- ・体幹の伸展動作



②側屈動作

脊柱側屈

主動筋・・・側屈側腹斜筋

広背筋 腰方形筋 脊柱起立筋群

拮抗筋・・・上記の反対側

股関節伸展位でのスタビライゼーション(安定性)

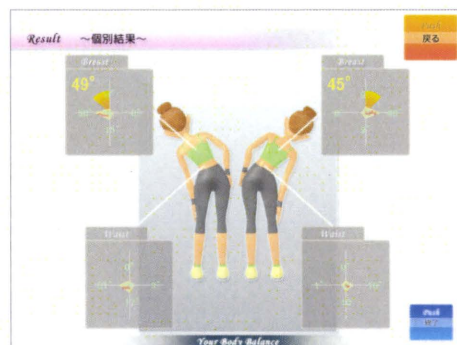
可動域制限

→側屈動作の制限

→左右の差が生まれる

代償動作

- ・骨盤の側方移動
- ・体幹の前方及び、後方傾斜



③前屈動作

骨盤の前傾（股関節屈曲）

主動筋・・・大腿直筋、腸腰筋

拮抗筋・・・大殿筋、ハムストリングス

脊柱の屈曲

主動筋・・・腹直筋

拮抗筋・・・脊柱起立筋群

可動域制限

→骨盤の前傾（股関節の屈曲）

の制限

代償動作

- ・脊柱の過度の屈曲
- ・過度の骨盤の前傾（股関節の屈曲）



④腿上げ動作

股関節屈曲

主動筋・・・腸腰筋

拮抗筋・・・大殿筋

股関節伸展位でのスタビライゼーション（安定性）

可動域制限

- ・股関節の屈曲の制限
- ・体幹部の不安定

代償動作

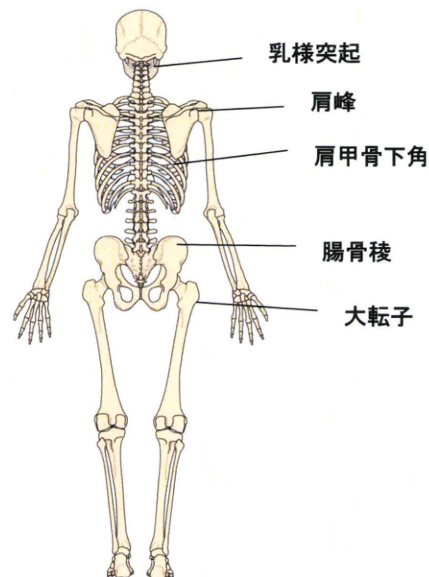
- ・腿上げ時の過度の骨盤の後傾



⑤静止時の姿勢分析

後方プラムラインチェック

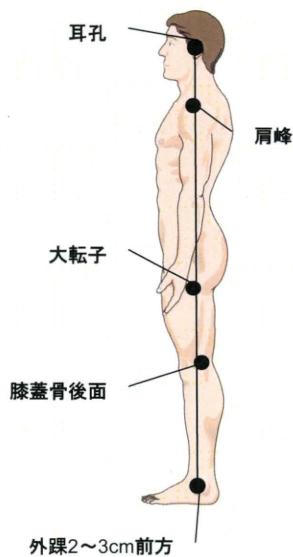
乳様突起、肩峰、肩甲骨下角、腸骨稜、大転子の5ポイントの左右のバランスの評価



側方プラムラインチェック

側方からクライアントの姿勢を観察

耳孔、肩峰、大転子、膝蓋骨後面、外踝の前後のバランスの評価



解析結果

n = 285

平均年齢 ; 42 ± 16 才

男性 162 例

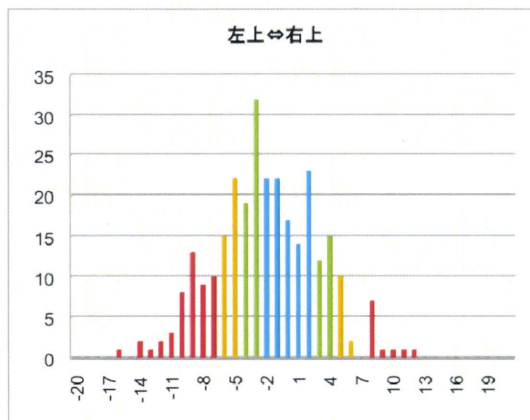
女性 123 例

【上肢挙上時の上腕角度】

右上腕平均角度 156.6度

左上腕平均角度 158.6度

左右角度差平均値 3.9度



【体側角度】

上体の屈曲角度から腰部の屈曲角度（代償動作）を引いた値。

平均値

上体右傾斜角度 45.7度

上体左傾斜角度 47.6度

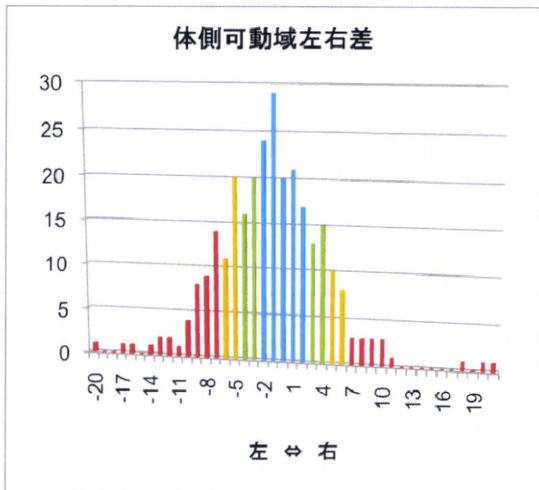
骨盤右傾斜角度 12.5度

骨盤左傾斜角度 13.2度

上体右側屈角度 33.1度

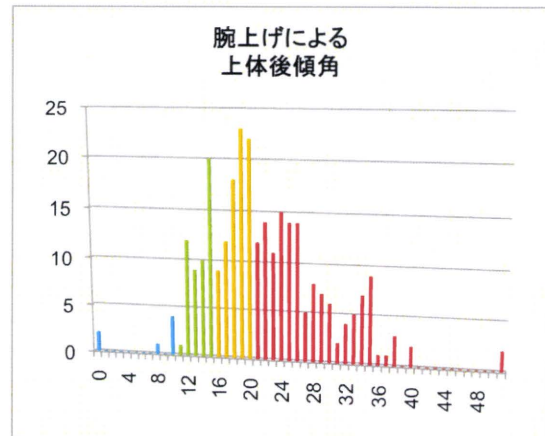
上体左側屈角度 34.5度

角度差平均 4.4度



【上肢挙上時の上体後傾角度】

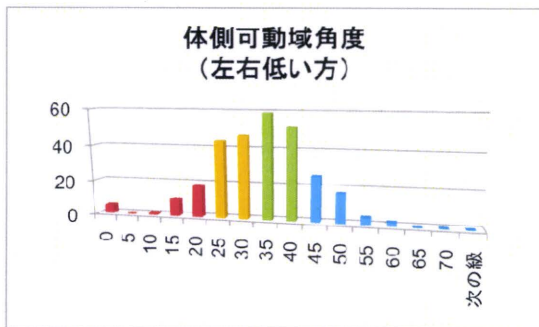
平均値 21.8度



【体側可動域】

上体側屈角度の左右で低い方を評価
評価分布に関しては問題ないとする。
ほぼ正規に近い分布となっている。

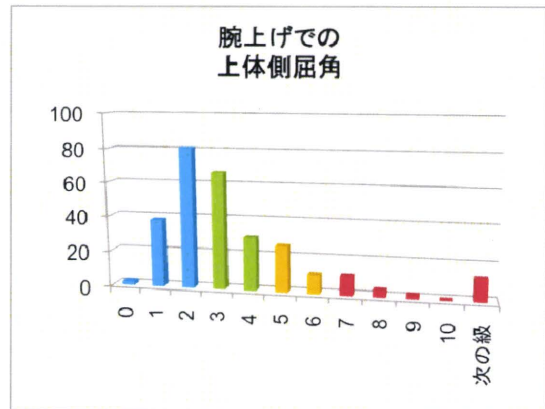
平均値 33.8度



【上肢挙上時の上体の左右傾斜度】

(上肢挙上制限の場合の代償動作)

平均値 3.9度

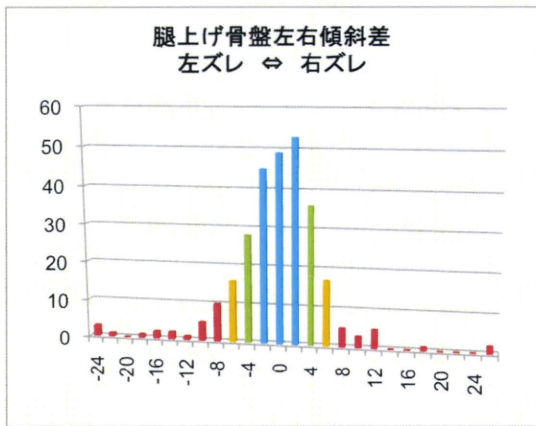


【大腿挙上時の骨盤左右差】

右下がり傾斜角平均 12.1度

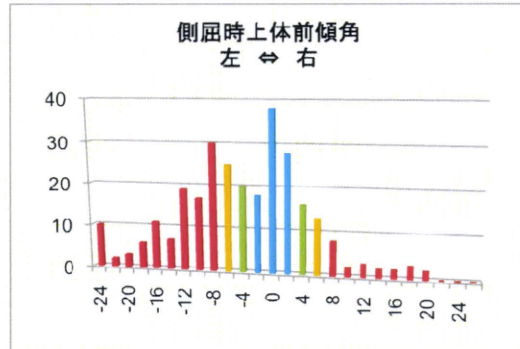
左下がり傾斜角平均 11.1度

左右差平均 2.9度



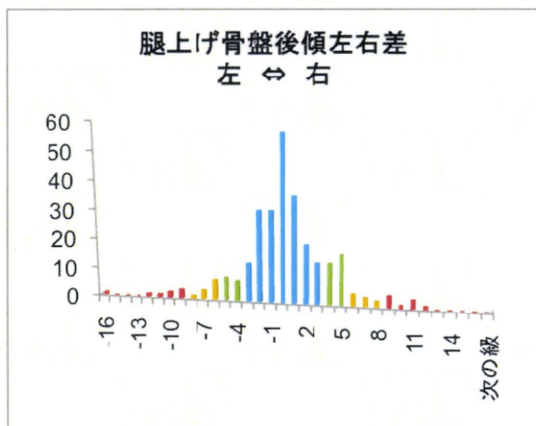
【上体前傾角度の左右差】

左右側屈運動での上体前傾角度差
 右側屈時前傾角度平均 14.8度
 左側屈時前傾角度平均 19.7度

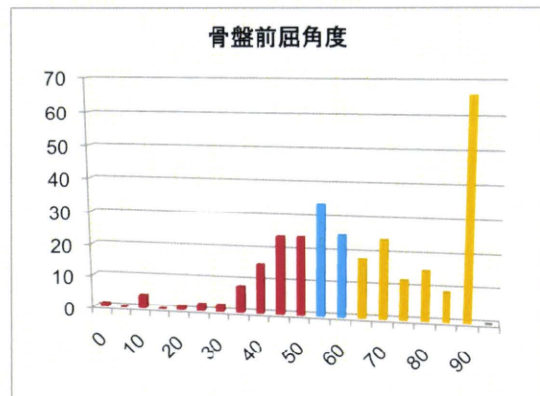


【大腿挙上時の骨盤後傾角度】

右足上げ時骨盤後傾 10.3度
 左足上げ時骨盤後傾 10.3度

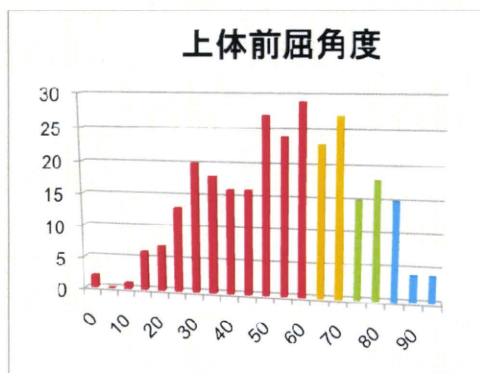


【骨盤前屈角度】



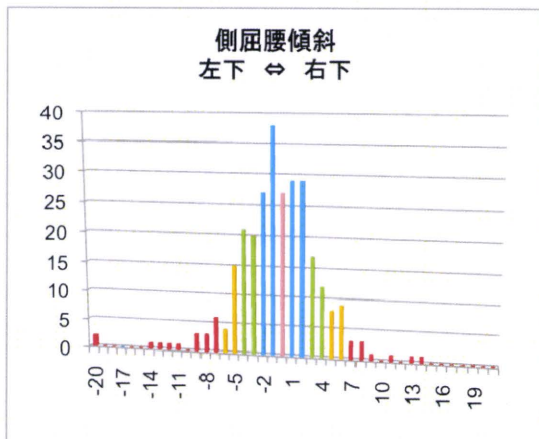
【上体前屈角度】

前屈時上体前傾角度から骨盤前傾角度をひいたもの



【左右側屈運動における、骨盤の左右傾斜角度差】

右傾斜角度 12.5度
 左傾斜角度 13.2度
 左右差平均 3.2度



考察

各動作につき、平均値および分散を求めた。本検査法により、身体各部の可動域および左右バランスの定量的評価が可能となると考えられた。また可動域の制限や左右差に応じて、各動作の主動筋、拮抗筋の評価および筋ストレッチ等の運動処方が可能になると考えられた。以下に、現在考案中のストレッチ処方を付記する。

III 「運動処方」

全 30 種類のコンディショニング

コンディショニング時の主動筋、拮抗筋の説明、およびコンディショニングの効果目的

1 腕上げ・・肩のバランス修正、ウエストの左右差の修正



2 肘膝の接触・・身体の捻れの修正、肩の捻れの修正



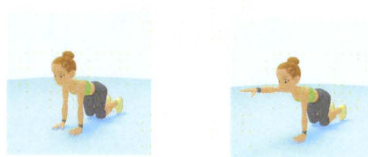
3 パンチ・・体の捻れの修正、ウエストバランス修正



4 側屈・・ウエストバランスの修正、体側の柔軟性の向上



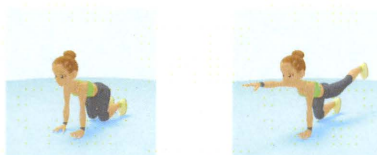
5 ハンドニーポジション片手アップ・・肩甲骨周囲の強化、肩のバランス



6 ハンドニーポジション片脚アップ・・体幹の安定性の向上、ヒップアップ



7 ハンドニーダイアゴナル・・体幹の安定性の向上、背面の強化



8 トランクカール・・腹部の強化、骨盤の前後バランス修正



9 トランクカール脚上げ・・下腹部の強化、骨盤の前後バランス修正



10 ツイストシットアップ・・ウエストの強化、骨盤の左右バランス修正



11 バックアーチ・・腰背部の強化、猫背解消



12 ダイアゴナルバックアーチ・・腰背部と手足の連動強化、猫背解消



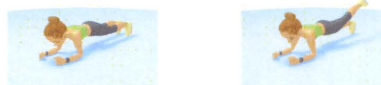
13 エルボートゥー15秒キープ・・体幹安定性の強化、腹圧トレーニング



14 エルボートゥー片手上げ・・体幹安定性（特に上半身）強化、腹圧強化



15 エルボートゥー片脚上げ・・体感安定性（特に下半身）強化、腹圧強化



16 アダクション・・大腿部内側の強化、骨盤安定性



17 アブダクション・・臀部強化、骨盤安定性強化



18 スクワット・・全身強化、下肢体幹の安定性強化



19 スプリットスクワット・・股関節の動き作り、骨盤左右差の修正



20 ヒップリフト・・臀部トレーニング、骨盤前後バランス修正



21 プッシュアップ・・肩甲骨の動き作り、猫背解消



22 ベントオーバーロー・・・体幹の安定、肩甲骨の動き作り



23 ベントオーバーサイドレイズ・・・肩甲骨の動き作り、猫背修正



24 ベントオーバーフロントレイズ・・・肩甲骨の動き作り



25 ニーアップ・・・骨盤の安定性の強化、体幹の安定性の強化



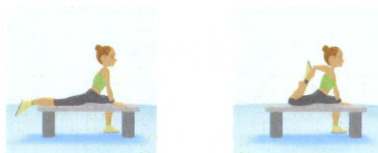
26 バレリーナストレッチ・・・体側の柔軟性向上、体側左右差の修正



27 ネックストレッチ・・・肩の左右差の修正



28 クワドストレッチ・・・骨盤の前後バランス修正、骨盤捻れ修正



29 ハムストリングストレッチ・・・骨盤前後バランス修正、骨盤捻れ修正



30 ダルマストレッチ・・・骨盤の前後バランス修正



F. 健康危険情報

特記すべき事項なし。

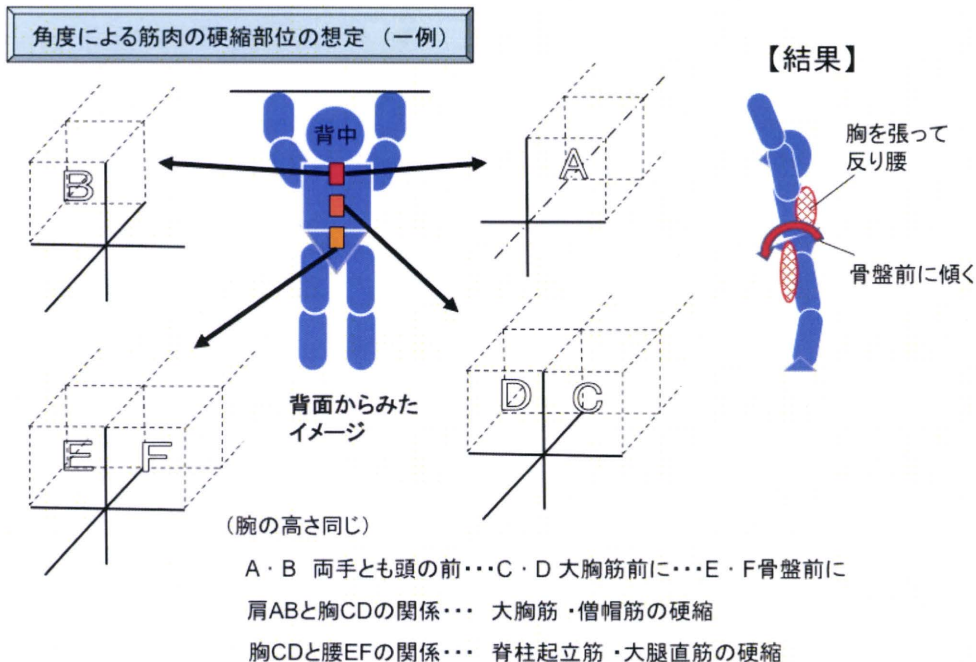
G. 研究発表

学会発表：平成 23 年度臨床運動療法研究会、臨床スポーツ医学会で発表予定
論文発表：身体活動エネルギー (METs) 概念を取り入れたロコモティブシンドローム対策 Progress in Medicine Vol.30No.12 2010.12

H. 知的財産権の出願・登録状況

高感度 3 軸加速度センサーによる動作分析で申請中

別紙 A ; 判定イメージ図



別紙 ; B

上肢挙上時の判定基準例および使用筋群の推定表

☆ 両上肢挙上動作

センサー (肩のみ)

測定値

$D_R = (d_{Rx}, d_{Ry}, d_{Rz})$ 右肩のセンサの測定データ

$D_L = (d_{Lx}, d_{Ly}, d_{Lz})$ 左肩のセンサの測定データ

行番号	判断基準A	判断基準B	筋肉の強い部位
1	両腕の高さが等しい $\theta_R = \theta_L$	両腕共に前傾 $d_{Rx} > 0, d_{Lx} > 0$	大胸筋
2	両腕の高さが等しい	両腕共に後傾 $d_{Rx} < 0, d_{Lx} < 0$	僧帽筋
3	両腕の高さが等しい	右腕が前傾、且つ、左腕が後傾 $d_{Rx} > 0, d_{Lx} < 0$	大胸筋右 三角筋左 僧帽筋左
4	両腕の高さが等しい	右腕が後傾、且つ、左腕が前傾 $d_{Rx} < 0, d_{Lx} > 0$	大胸筋左 三角筋右 僧帽筋右
5	腕右が高い $\theta_R > \theta_L$	両腕共に前傾 $d_{Rx} > 0, d_{Lx} > 0$	大胸筋 前腕筋右 広背筋左
6	腕右が高い	両腕共に後傾 $d_{Rx} < 0, d_{Lx} < 0$	僧帽筋右 三角筋右
7	腕右が高い	右腕が前傾、且つ、左腕が後傾 $d_{Rx} > 0, d_{Lx} < 0$	大胸筋右 僧帽筋右 広背筋左
8	腕右が高い	右腕が後傾、且つ、左腕が前傾 $d_{Rx} < 0, d_{Lx} > 0$	大胸筋左 僧帽筋右 広背筋右
9	腕左が高い $\theta_L > \theta_R$	両腕共に前傾 $d_{Rx} > 0, d_{Lx} > 0$	大胸筋 前腕筋左 広背筋右
10	腕左が高い	両腕共に後傾 $d_{Rx} < 0, d_{Lx} < 0$	僧帽筋左 三角筋左
11	腕左が高い	右腕が前傾、且つ、左腕が後傾 $d_{Rx} > 0, d_{Lx} < 0$	大胸筋左 僧帽筋左 広背筋右
12	腕左が高い	右腕が後傾、且つ、左腕が前傾 $d_{Rx} < 0, d_{Lx} > 0$	大胸筋右 僧帽筋左 広背筋左

別紙； C

各センサーの装着例

