

あり、相関係数はTUG  $r=-0.251$ 、5m歩行時間 $r=-0.235$ であった ( $p=0.016$ 、 $p=0.024$ )。

CVと運動検査の相関関係ではTUG、開眼片脚立脚時間との間に有意な相関関係があり、相関係数はTUG  $r=0.305$ 、開眼片脚立脚時間 $r=-0.217$ 、5m歩行時間 $r=0.327$ であった ( $p=0.003$ 、 $p=0.039$ 、 $p=0.001$ )。

ACと運動検査の関係ではAC垂直軸とすべての運動検査に有意な相関関係があった。相関係数はTUG  $r=-0.403$ 、開眼片脚立脚時間 $r=0.271$ 、5回立ち上がり時間 $r=-0.259$ 、5m歩行時間 $r=-0.416$ であった ( $p<0.001$ 、 $p=0.010$ 、 $p=0.018$ 、 $p<0.001$ )。さらにAC前後軸とすべての運動検査にも有意な相関関係があった。相関係数はTUG  $r=-0.370$ 、開眼片脚立脚時間 $r=0.221$ 、5回立ち上がり時間 $r=-0.245$ 、5m歩行時間 $r=-0.455$ であった ( $p<0.001$ 、 $p=0.037$ 、 $p=0.020$ 、 $p<0.001$ )。

## 研究2

### 1) アンケート回収率

TKA後高齢者において153例中、92例からアンケートの回答を得た。回収率は60.1%であった。健常高齢者においてはコントロール群の参加する健康教室にて地域の調査者が全員から回収した。両群にて転倒しやすい疾患である脳卒中、パーキンソン、関節リウマチ、メニエル病などを合併しているものは研究対象から除外し、86例のTKA後高齢者 (年齢 $75.8 \pm 2.5$ 歳、70-79歳、男性10例、女性76例) と87名の健常高齢者 (年齢 $76.5 \pm 3.5$ 歳、70-81歳、男性16名、女性71名) を解析対象とした。87名中、39名 (44.8%) の健常高齢者が膝の痛みを感じており、87名中、31名 (35.6%) が膝の内反変形を自覚していた。さらに87名中20名が (22.9%) 膝の痛みの治療のために病院に通院していた。

### 2) 基礎項目の比較

両群の基礎項目の比較を表15に示す。TKA後高齢者は健常高齢者に比べ体重、BMIが高く、糖尿病の罹患率、転倒恐怖心、活動制限を感じているものが有意に多かった ( $p<0.001$ 、 $p<0.001$ 、

$p=0.041$ 、 $p=0.004$ 、 $p<0.001$ )。さらに歩行補助具なしでの歩行可能、円背、立位での靴下が履ける、階段昇降が可能、手の支えなしで椅子から立てるかどうかは健常高齢者で割合が高く、膝の曲りやすさも健常高齢者が有意に良好であった。 ( $p<0.001$ 、 $p=0.018$ 、 $p<0.001$ 、 $p=0.005$ 、 $p<0.001$ 、 $p<0.001$ )。服薬数はTKA後高齢者において多い傾向にあった ( $p=0.051$ )。その他の変数には両群間に優位な差は無かった。

### 3) 転倒、骨折頻度の比較

表16に両群における転倒、骨折頻度の比較を示す。転倒頻度は健常高齢者25.3%に対して、TKA後高齢者は39.5%と有意に高かった。複数転倒、転倒によるケガ、骨折の頻度は両群に差がなかった。TKA後高齢者における骨折症例の骨折部位の内訳は膝周囲の骨折が2例、上腕骨折が1例、椎体骨折が2例、前腕骨折が2例であった。健常高齢者における骨折者の骨折部位の内訳は足関節骨折1例、椎体骨折1例、上腕骨骨折が1例であった。

### 4) 両群における非転倒者、転倒者の比較

両群における非転倒者、転倒者の基礎項目や合併症等に有意な差は無かった。両群における非転倒者、転倒者の歩行機能、日常生活動作、膝の状態の比較を表17に示す。

TKA群における非転倒群、転倒群の比較では、転倒群に円背、転倒恐怖心を感じているものが転倒群に有意に多く、膝の曲りも有意に悪かった。 ( $p=0.029$ 、 $p=0.020$ 、 $p=0.032$ )。1日の歩行距離、膝のこわばりは転倒群において高く、歩行補助具なしでの歩行可能、手の支えなしでの椅子からの立ち上がりが可能な頻度が低い傾向にあった ( $p=0.055$ 、 $p=0.065$ 、 $p=0.096$ 、 $p=0.052$ )。

健常高齢者における非転倒群、転倒群の比較では、転倒群において活動制限、階段昇降時の膝の痛み、膝内反変形の自覚が有意に多かった ( $p=0.003$ 、 $p=0.019$ 、 $p=0.036$ )。歩行補助具なしでの歩行、手の支えなしでの椅子からの立ち上がりが可能な割合は転倒群において有意に低かつ

た ( $p=0.024$ ,  $p=0.007$ )。転倒恐怖心は転倒群において高い傾向にあり、階段昇降が可能な割合は低い傾向にあった ( $p=0.082$ ,  $p=0.065$ )。

#### 5) 両群における転倒危険因子の抽出

両群における転倒危険因子の抽出に関する多変量解析の結果を表18に示す。TKA後高齢者において円背が最も強い転倒危険因子であった。健康高齢者では手の支えなしでの椅子からの立ち上がり、活動制限が危険因子として抽出された。

### 最終年度

#### 1) 骨折後患者全体での検討

研究対象者100例のうち95例が研究の取り込み基準に合致した。その内、大腿骨近位部骨折後患者24例、椎体圧迫骨折後患者36例、上腕骨骨折後患者6例、恥骨骨折後患者6例、膝蓋骨骨折後患者3例、脛骨骨折後患者2例、足関節骨折後患者2例、前腕骨折後患者2例、大腿骨顆上骨折後患者2例、骨盤骨折後患者1例、踵骨骨折後患者1例の合計85例からフォローアップアンケートの返信を得た。

骨折前と骨折から1年後のBartehl Index、基本チェックリスト、足腰25の変化

表19に骨折後患者の骨折前と骨折から1年後のBartehl Index、基本チェックリスト、足腰25の変化を示す。Barthel indexは骨折後1年後に、骨折前と比べ有意に低下した ( $p<0.001$ )。基本チェックリストの暮らしぶり1、運動器、こころ、総得点は骨折前と比べ、骨折1年後に有意に低下した ( $p<0.001$ ,  $p<0.001$ ,  $p=0.007$ ,  $p<0.001$ )。足腰25も1年後に有意に低下した ( $p<0.001$ )。

転倒をエンドポイントとした検討

##### i) 転倒頻度

骨折から1年間で34例の患者が1回以上の転倒を起こしていた (40.0%)。転倒者34例中19例は複数転倒を起こしていた (55.8%)。転倒者34名中26名から転倒時期についての回答を得た (図

50)。転倒発生は骨折から6か月以降に増加し、中央値は8.5か月であった。大腿骨近位部骨折後患者24例中6例 (25.0%)、椎体圧迫骨折後患者40例中17例が転倒していた (42.5%)。転倒者34例中13例は自宅で転倒していた (38.2%)。

##### ii) 非転倒群と転倒群の基礎項目の比較

表20に骨折後高齢者における非転倒群と転倒群の基礎項目の比較を示す。転倒群は非転倒群に比べ、骨折前の歩行状態、基本チェックリストにおける骨折前の運動器の状態が有意に劣っていた ( $p=0.006$ ,  $p=0.007$ )。転倒群は非転倒群と比べ年齢が高い傾向にあった ( $p=0.098$ )。両群における上肢骨折、体幹骨折、下肢骨折3群の比率の比較では、転倒群は体幹骨折患者の割合多い傾向にあった ( $p=0.058$ )。

##### iii) 身体機能検査と運動機能検査の比較

表21に非転倒群と転倒群の身体機能検査、運動機能検査の比較を示す。握力等の身体機能検査には群間に有意差は無かった。TUG、5回立ち上がり時間、開眼片脚立ち時間、5m歩行時間は非転倒群に比べ、転倒群は有意に劣っていた ( $p=0.017$ ,  $p=0.004$ ,  $p=0.022$ ,  $p=0.043$ )。3軸加速度計による歩行分析の結果、RMS垂直軸、AC垂直軸に群間差があり、転倒群は非転倒群に比べ有意に低値であった。AC前後軸は転倒群で低値の傾向であった ( $p=0.057$ )。

##### iv) 多変量解析による転倒危険因子の抽出

非転倒、転倒群の群間比較にてp値が0.1未満の変数を独立変数、転倒の有無を従属変数とした多重ロジスティック回帰分析を行った (表22)。結果、骨折前の歩行状態、骨折前の運動器の状態、AC垂直軸が骨折後高齢者の転倒危険因子として抽出された。

再骨折をエンドポイントとした検討

##### i) 再骨折頻度

85例の骨折後患者のうち、11名がフォローアップ期間中に新たな骨折を起こしていた (12.9%)。内訳は大腿骨近位部骨折3名、椎体圧迫骨折1名、

前腕骨折1名、上腕骨骨折1名、その他5名は無回答であった。

#### ii) 非骨折者と再骨折者の基礎項目の比較

表23に非骨折群と再骨折群の基礎項目の比較を示す。再骨折群は非骨折群に比べ、過去の骨粗鬆症の診断率が高く ( $p=0.033$ )、体幹骨折患者の割合が高かった ( $p=0.013$ )。さらに低身長傾向にあった ( $p=0.052$ )。

#### iii) 身体機能検査と運動機能検査の比較

表24に非骨折群と再骨折群の身体機能検査、運動機能検査の比較を示す。身体機能検査、運動検査に両群に有意差はなかった。3軸加速度計による歩行分析の結果、RMS垂直軸、RMS前後軸に有意な群間差があり、骨折群は非骨折群に比べ有意に低値であった ( $p=0.026$ 、 $p=0.021$ )。さらにRMS水平軸も骨折群が低値である傾向にあった ( $p=0.099$ )。

#### iv) 多変量解析による骨折危険因子の抽出

非骨折群、再骨折群の群間比較にてp値が0.1未満の変数を独立変数、骨折の有無を従属変数とした多重ロジスティック回帰分析を行った (表25)。結果、RMS前後軸が骨折後高齢者の再骨折危険因子として抽出された。

### ADL悪化をエンドポイントとした検討

#### i) ADL悪化頻度

骨折前、骨折1年後のBarthel index点数にて5点以上の点数低下したのを悪化群、変化なしもしくは5点以上向上したものを維持群として群分けし検討した。85名中、骨折1年後のBarthel indexの回答を得た80を解析対象とした。その結果、維持群44例、悪化群36例 (45%) であった。

#### ii) ADL維持群と悪化群の基礎項目の比較

表26に骨折1年後のADL維持群と悪化群の比較を示す。ADL悪化群は維持群と比較し、年齢が高く、脳血管疾患の併存割合が高かった ( $p=0.035$ 、 $p=0.023$ )。ADL悪化群は骨折前の歩行状態と骨折前の基本チェックリストにおける暮らしぶり1が維持群より劣っていた ( $p=0.030$ 、 $p=0.001$ )。さ

らに退院時の歩行状態が悪く、服薬数も悪化群が有意に多かった ( $p=0.003$ 、 $p=0.026$ )。さらにADL悪化群は維持群と比較し、身長、体重、退院時のBarthel indexが低値である傾向にあった ( $p=0.008$ 、 $p=0.081$ 、 $p=0.059$ )。

#### iii) 身体機能検査と運動機能検査の比較

表27にADL維持群と悪化群における身体機能検査と運動機能検査の比較を示す。

身体機能検査には群間差は無かった。運動機能検査においてADL悪化群は維持群と比べTUG、開眼片脚起立時間、5m歩行時間が有意に劣っていた ( $p=0.016$ 、 $p=0.001$ 、 $p=0.040$ )。3軸加速度計による歩行分析ではADL悪化群は維持群と比較しCVが有意に高値であり、AC垂直軸、AC前後軸が有意に低値であった ( $p=0.025$ 、 $p=0.025$ 、 $p=0.041$ )。さらに5回立ち上がり時間がADL悪化群は維持群に比べ劣る傾向にあった ( $p=0.065$ )。

#### iv) 多変量解析によるADL悪化危険因子の抽出

ADL悪化群、維持群の群間比較にてp値が0.1未満の変数を独立変数、転倒の有無を従属変数とした多重ロジスティック回帰分析を行った (表28)。結果、CV、AC垂直軸が骨折後高齢者のADL悪化危険因子として抽出された。

### 介護保険認定をエンドポイントとした検討

骨折前に介護保険未認定であった51例を対象に、骨折後1年間での介護認定の有無で群分けし、その要因を検討した。

#### i) 骨折後1年間での介護保険認定率

51例中10例 (19.6%) が骨折後新たに介護認定を受けた。

#### ii) 介護保険未認定者と認定者の基礎項目の比較

表29に介護保険未認定者と認定者の基礎項目の比較を示す。介護保険認定者は既存骨折の割合が高く、入院日数も長かった ( $p=0.001$ 、 $p=0.016$ )。さらに年齢は介護保険認定者が高い傾向にあり ( $p=0.052$ )、骨折前の基本チェックリストの暮らしぶり1、足腰25も非認定群に比べ劣っていた ( $p=0.096$ 、 $p=0.084$ )。

### iii) 身体機能検査と運動機能検査の比較

表30に介護保険未認定者と認定者における身体機能検査と運動機能検査の比較を示す。すべての変数において群間差はなかった。

### iv) 多変量解析による介護保険認定危険因子の抽出

介護保険未認定群、認定群の群間比較にてp値が0.1未満の変数を独立変数、転倒の有無を従属変数とした多重ロジスティック回帰分析を行った(表31)。結果、既存骨折が介護保険認定の危険因子として抽出された。

## 2) 大腿骨近位部骨折患者での検討

### ①転倒頻度

対象者中、大腿骨近位部骨折後患者は30%(30例/100例中)であった。そのうち24例(頸部骨折11例、転子部骨折13例)からフォローアップアンケートの回答を得た。骨折後1年間での転倒頻度は25%(6例/24例中)であった。

### ①転倒危険因子

表32に大腿骨近位部骨折患者における非転倒群、転倒群の基礎項目の比較を示す。すべての項目に両群に有意な差は無かった。

表33に身体機能検査、運動機能検査の比較を示す。転倒群は非転倒群と比べCVが高く、AC垂直軸が低値であった( $p=0.037$ 、 $p=0.001$ )。さらに転倒群は握力が弱く、AC水平軸、前後軸も低値である傾向にあった( $p=0.068$ 、 $p=0.099$ 、 $p=0.097$ )。

## 3) 椎体圧迫骨折患者での検討

### ①転倒頻度

対象者中、椎体圧迫骨折患者は40%(40例/100例中)であった。そのうち33名からフォローアップアンケートの回答を得た。骨折後1年間での転倒頻度は48.4%であった。

### ②転倒危険因子

表34に椎体圧迫骨折患者における非転倒群と転倒群の基礎項目の比較を示す。転倒群は非転倒群と比べ基本チェックリストの運動器の状態が劣っていた( $p=0.014$ )。さらに転倒群は非転倒

群と比べ、骨折前の歩行状態が悪く、基本チェックリストの総得点も悪い傾向にあった( $p=0.088$ 、 $p=0.060$ )。

表35に身体機能検査と運動機能検査の比較を示す。転倒群は非転倒群と比べ、膝伸筋筋力が弱く、TUG、5回立ち上がり時間が有意に劣っていた( $p=0.029$ 、 $p=0.032$ 、 $p=0.025$ )。さらに開眼片脚立脚時間も転倒群は非転倒群と比較し劣る傾向にあった( $p=0.086$ )。

## D. 考察

初年度は3軸加速度計による歩行分析結果と他の変数と関係性の検討及び骨折後患者と健常高齢者の運動機能の比較を行った。

骨折群における3軸加速度計数値とアンケート項目、身体機能、運動検査の相関を調査した結果、加速度計数値はTUGと5m歩行時間と強い相関があることが分かった。健常高齢者を対象とした過去の報告でも、加速度計数値はTUG、歩行速度と強い相関を示すことが明らかとなっている[36]。さらに本研究では、開眼片脚起立時間や5回立ち上がり時間も相関があった。このことは加速度計数値がバランス能力や下肢筋力とも関係がある可能性を示しており、骨折後高齢者においても、3軸加速度数値は総合的な移動能力や歩行能力を表す指標であることが明らかとなった。

さらに加速度計数値は骨折前の基本チェックリストの暮らしぶり1、暮らしぶり2、足腰25などの自己記入式アンケートとも相関があった。Hausdorffら[37]は70歳以上の地域高齢者に対して歩幅の変動係数を計測した結果、SF-36のすべての項目やMMSEなどの認知項目と相関があったことを報告した。我々が調査した基本チェックリストにおける“暮らしぶり”の設問は外出や買い物に出かけるなどの質問と物忘れについての質問からなり、さらに足腰25は運動器にかかわる生活の困難さを問う質問紙である。これらは認知機能や健康関連QOLを示している。先行

研究同様に、歩行の動揺性を計測する加速度計はQOL、認知機能や生活の困難さなども反映する可能性もある。

健常高齢者と骨折後高齢者の検査項目を比較した結果、TUG、5m歩行時間と3軸加速度計数値のすべての成分において骨折後高齢者が劣っていた。さらに3軸加速度計数値における健常群と骨折群を分別するROC曲線では3軸ならびに合計成分のAUCは75～84%と高く、健常者と骨折者をよく判別できることが明らかとなった。よって、骨折後高齢者はADL自立レベルで退院に至っても、同年齢の骨折未経験の高齢者と比べると歩行能力が低く、再転倒の危険性も高いことが明らかとなった。これらの結果より、骨折後患者の退院時の運動機能の指標として3軸加速度計を用いることで、より詳細に歩行障害の状況を把握できることが明らかとなった。

次年度研究1では骨折後患者の対象者数を増やし、縦断的研究を行った。初年度同様に骨折後患者の身体・運動機能を年齢、性差をマッチングした健常高齢者と比較するとともに、骨折部位別での比較も行った。さらに3軸加速度計結果とその他の変数との関連についても分析した。

骨折群、健常群の基礎項目の比較では、下肢骨折群は他の群に比べ、糖尿病の罹患率が高かったものの、その他の項目に有意な差は無かった。糖尿病の罹患は大腿骨近位部骨折発生の危険因子であることから[38]、下肢骨折群39例の中に27例の大腿骨近位部骨折患者が含まれていたことがその原因と考える。さらに骨折群に対して行った骨折前の生活状況や運動器の状態のアンケート調査では体幹骨折群のみ基本チェックリストの「暮らしぶり1」が健常高齢者と比べ劣っていた。基本チェックリストの「暮らしぶり1」には「外出の有無」に関する質問項目が5項目中3項目あることから、体幹骨折群は骨折前から外出の機会が減りつつあり日常生活の狭小化が進んでいた可能性もある。しかしながら、全骨折群における骨折前のBarthel indexは99点、さらに退院

時ADLも各群95点以上であったことや、骨折前の足腰25の得点も健常高齢者と差が無かったことから、本研究の骨折後高齢者は骨折前の身体機能も比較的健常高齢者に近く、骨折後の回復も良好な症例群であったと考える。

骨折後高齢者と健常高齢者の運動機能の比較において、TUG、5m歩行時間は健常高齢者群と体幹骨折群・下肢骨折群間にそれぞれ有意な差があり、骨折群が時間を要した。TUGと5m歩行に時間を要することは「移動能力」「動的バランス能力」の低下を示しており、下肢骨折だけでなく、体幹骨折のみでもこのような能力が健常高齢者と比較すると低下していることが明らかとなった。5回立ち上がり時間は健常高齢者と体幹・下肢骨折群間にそれぞれ有意な差があり骨折群が時間を要した。さらに体幹骨折群は下肢骨折群よりも有意に時間を要した。この理由として、体幹骨折群は円背による骨盤後傾位や体幹筋の機能低下、コルセットの影響による脊柱の前屈制限などの理由によって座位姿勢から体幹を前傾させて重心を前方にもっていくまでに股関節の屈曲で代償する必要がある、時間がかかってしまうことが予測される。さらに立位から椅子へ腰を下ろす際も、後方への転倒を防ぐためゆっくりと腰を下ろす必要がある。このため体幹骨折群が最も時間を要したと考える。開眼片脚起立時間が健常高齢者より下肢骨折群が劣っていたのは、下肢骨折による支持性の低下や下肢筋力、特に大腿四頭筋、股関節周囲筋の筋力や筋パワーの機能低下を反映したものと考えられる。

次年度では3軸加速度計による歩行時の体幹加速度解析においてRMS解析に加え、CV、AC解析を追加した。結果、運動検査と同様にすべてにおいて健常高齢者と骨折後高齢者間に有意な差があり、骨折後高齢者が劣っていた。RMSは加速度の大きさを示し、歩行速度とよく正相関する[39, 40]。垂直軸では健常高齢者と比較し、どの骨折群もRMSが低値であった。歩行時の垂直方向、特に上方への加速は荷重応答期から立脚

中期に起こると考えられ、この時期に重要なのは下腿三頭筋と殿筋群などの下肢の抗重力筋の働きである。上肢骨折群においても低値を示したということは、骨折群は骨折前より、これらの筋群の筋力低下を生じており、転倒しやすかった可能性がある。

CVは歩行のばらつきの指標として転倒リスクの判別などに有用である報告が多数ある[36, 37]。下肢骨折群においてCVが高かった理由として、一側下肢の機能低下による跛行や左右非対称性の歩容がおきていたことが、その原因と考える。CVの高い下肢骨折群はさらに今後再転倒の可能性が高いかもしれない。

ACでは下肢に機能障害の無い健常群・上肢骨折群と比較し下肢骨折群が垂直軸、前後軸の加速度波形の規則性が低いという結果であった。片側の変形性股関節症においても同様に健常高齢者と比較し3軸すべてのACが低いという報告がある[41]。本研究の骨折後高齢者では水平面では健常高齢者と差がなく、垂直、前後軸でのACにおいて下肢骨折群が不良であった。このことは立脚相後期からの前上方へ重心を移動させるために下肢で蹴り出す能力が下肢骨折をすると低下することを示している可能性がある。

骨折前の運動器の状況が、退院時の運動機能に影響を与えるかを調査するために骨折前の足腰25と退院時に計測した各運動検査、3軸加速度計解析間の相関分析を行った。結果、骨折前の足腰25はすべての運動検査とRMS(垂直軸)、CV、AC(垂直軸)との間に中程度から強い相関関係を示した。このことから骨折前の運動器の状態は退院時の運動機能に影響を与えている可能性が示唆された。足腰25はロコモティブシンドロームの診断ツールであるが、将来の運動器の悪化の予測にも使用できる可能性もある。

3軸加速度計解析が運動機能評価として妥当かどうかを検証するために、運動検査との相関関係を分析した。その結果、RMS水平軸と前後軸はTUG、5m歩行時間とよく相関した。RMSは歩行

速度に依存することがその理由と考えられるが、RMS垂直軸に関しては5回立ち上がり時間、開眼片脚起立時間とも相関した。上方へ加速する、つまり身体重心を上方にすばやく持ち上げるには殿筋群の筋力が重要であることから、RMS垂直軸は立ち上がり、片脚立ちといった股関節筋を歩行よりも使用する運動とよく相関したと考える。CVはTUG、片脚立ち時間と相関した。CVは転倒予測としても有用であり、相関した二つの運動テストも「バランス機能」を評価していることから、転倒に関わる姿勢制御といった点で共通した要素を持っていることがわかった。AC垂直軸はすべての運動検査と相関した。ACは歩行中の加速度の規則性の高さを示している。すべての運動検査と相関があったことは下肢筋力、瞬発力、バランス機能などの総合的な運動機能評価として優れている可能性がある。

次年度研究2ではTKA後高齢者の転倒・骨折の頻度を年齢のマッチングした健常高齢者と比較した。両群の基礎項目の比較では、TKA群は健常高齢者群よりも体重、BMIが高く、糖尿病の罹患率も多かった。人工膝関節置換術を必要とする患者の多くは肥満であり[42]、本研究の対象者も健常高齢者群と比べると肥満の問題を抱えている症例群であった。さらにTKA群は移動能力や日常生活における身体機能のすべての項目において、健常高齢者よりも劣っていた。TKA後症例の膝伸展筋力を健常高齢群と比較した過去の報告では[43]、健常群より術後1.7年～13年経過したTKA症例の方が劣っていた。さらにTKA前後の運動機能の変化と健常高齢者との比較を調査した過去の報告[44]では、TKA群において、TUG、段差昇降テスト、6分間歩行テスト、片脚立ちテストは、術後3～6カ月後に術前値よりも有意に改善するものの、術後6カ月後の結果を健常高齢群の結果と比べるとすべての運動テストでTKA群が劣っていた。我々が調査したADLでの身体機能である立位での靴下着脱、階段昇降、手の支えなしでの椅子からの立ち上がり能力は

すべて上述した運動テストで試された下肢筋力やバランス能力が必要なADL動作であった。よって、過去の報告同様に本研究の結果もTKA群は一般高齢者と比べ、運動機能の低い高齢者群であることを示していると考えられる。このような運動機能低下が、TKA群に二次的に転倒恐怖心や活動の制限をもたらすことで、さらなる運動機能低下を招き、転倒に導いていると推察する。

TKA後高齢者と健常高齢者群における過去1年間の転倒、骨折頻度を後方視的に調査し比較した。結果、本研究で調査した健常高齢者の転倒頻度は25.3%と過去の日本の65歳以上の健常高齢女性の転倒頻度21.5%[45]と比べるとやや高い結果であった。本研究の健常高齢者の約半数が膝関節痛を有しており、内反膝変形を35%が自覚し、膝の治療を行っていたものも約20%いた。膝OAや筋骨格系の痛みは転倒の危険因子であることから[27]、本研究に参加した健常高齢者は運動器疾患を有する転倒しやすい高齢者群であった可能性もある。一方、TKA後高齢者は健常高齢者群と比べ、外傷や骨折の発生頻度に差はなかったものの、転倒頻度は39.5%と健常高齢者と比べ有意に高値であった。過去にTKA後高齢者の転倒頻度を調査した報告は少ない。Swinkelsら[46]は99症例の術後1年間の転倒頻度を調査した結果、術前の転倒頻度と変化なく24.2%であったと報告した。さらに我々は術後6カ月以上経過した70症例の転倒頻度を前向きに調査した。その結果、6か月間で32.9%の症例が一回以上の転倒を起こした[28]。以上より、TKA後高齢者は年齢、性をマッチングさせた健常高齢者より転倒しやすいリスク群であることが明らかとなった。TKA後高齢者における転倒、非転倒群の比較では円背、転倒恐怖心、膝屈曲角度の低下が転倒群で有意に高値であった。さらに多変量解析で円背が最もTKA後高齢者の転倒に関与する危険因子として抽出された。円背による身体重心の後方化はバランス能力を低下させる。TKA症例で円背を伴うものは特に術後転倒の注意が必要である。

最終年度では骨折後患者の転倒頻度及び機能低下リスク因子について縦断的調査を行った。結果、高齢者の骨折後1年間での転倒頻度は40%であった。これは一般高齢者の転倒頻度が約20%であるのに対し、非常に高い転倒頻度である。一方、骨折後患者における転倒頻度について、いくつかの報告がある。van Heldenら[10]は、我々の調査同様、さまざまな骨折部位の患者を対象に退院後の転倒頻度を調査した。結果、骨折後3カ月間での転倒頻度は14%であったと報告した。一方、大腿骨近位部骨折後患者において、Kristensenら[12]による報告では骨折後6か月間で32%転倒であったと報告し、さらにYauら[13]も14.5%と報告している。これらの報告と比べると本研究は非常に高い頻度であった。その理由として、まず本調査は過去の報告と異なり、フォローアップ期間が1年間と長かったことが理由として挙げられる。本研究では転倒発生が骨折後6か月後から増加していたことから、骨折後患者の転倒は骨折半年以上経過して上昇することが考えられた。これに加え、本研究では過去の報告と異なり、退院時に歩行自立したもののみが対象であった。歩行レベルの低いものや、大腿骨近位部骨折患者のように下肢障害があるものは生活の活動範囲が狭いことや転倒予防対策が取られている可能性も高く、転倒頻度は少なくなる可能性もある。その一方、歩行自立者で活動範囲が広いことに加え、骨折後半年以上経過し、骨折が治癒し、日常生活範囲が退院時よりさらに拡大した結果、転倒発生が増えた可能性もある。

骨折後患者転倒危険因子について、過去の報告ではTUGを退院時に計測することが、その後の転倒を予測する有用な方法であるとの報告が多い[11, 12]。本研究でもTUGは非転倒群、転倒群間で有意差のある変数ではあったが、多変量解析では加速度センサーを用いた歩行分析から算出したAC垂直軸のみが危険因子として抽出された。過去の転倒リスク予測評価法について検討した報告でも加速度波形のさまざまな解析結果

はTUGなど他の運動検査よりも転倒をよく判別している[24, 26, 36]。

新井ら[36]は、加速度波形からCVを算出し、転倒歴との関係を調査した。その結果、CVはTUG、6分間歩行距離、Functional Reach Test、最大等尺性膝伸展筋力、30-s Chair Stand Testなどの運動検査とよく関連したが、CVのみが転倒、非転倒を判別する指標であったことを報告した。Bautmansら[20]は18mの歩行中の体幹加速度波形をさまざまな解析方法で分析し、それらが転倒リスクをよく判別したことを報告した。さらにそれらは運動機能テストであるTinettiスケールともよく関連したと報告した。Kojimaら[26]も同様に歩行加速度波形をパワースペクトル解析した結果、歩行速度や握力よりも転倒をよく判別する結果を得た。さらにDoiら[24]は平均80歳の高齢者73名に対し、加速度計による歩行分析を行い、その後1年間の転倒発生を前向き調査した。結果、加速度解析のharmonic ratio分析の垂直軸のみが未来の転倒を予測した。本研究もこれらと同様の結果を得たことから、歩行加速度分析で行った値は、転倒リスクをよく判別すること、さらに骨折後といった患者群においても、そのリスク判別に使用できる指標となる可能性があることが明らかとなった。加速度センサーによる歩行分析は転倒リスク指標として、TUGよりも精度の高い評価法である可能性がある。

本研究では転倒リスクのみでなく、再骨折、ADLの悪化、介護保険認定といったエンドポイントについても検討した。再骨折では加速度波形から算出したRMS前後軸のみが骨折を予測しRMSが低いものほど骨折をしていた。RMSは加速度を量でみた解析方法であることから、この値が低いことは歩行時の前方への推進力の弱さを示しており、高齢者の虚弱性を示すと考える。高齢者の生命予後、機能悪化リスクの指標では歩行速度測定が代表的な指標である[47-49]が、骨折をエンドポイントとした場合、歩行速度に加え加速度を計測することでその精度が向上する

可能性がある。

ADLの悪化では歩行の規則性を示すCV、AC垂直軸がその危険因子として抽出された。Hausdorffら[37]の報告ではCVは運動機能のみならず、ADLレベルや認知機能などともよく関連していた。さらにPalombaroら[50]の報告では歩行のばらつきは骨密度とも相関することも明らかとなっており、いわゆる虚弱の指標になると述べている。よって、転倒と同様、歩行のばらつきがあるものは将来運動機能が低下しやすく、転倒を起こしやすいことからADL能力の低下につながる事が予測される。

介護保険認定については既存骨折のみがその危険因子として抽出された。本邦において介護が必要になった理由の20%は転倒、骨折である。さらに既存骨折があると、無い場合と比較し1.4能力低下することが過去の報告からも明らかとなっている[51]ことから、度重なる骨折は徐々に運動機能を低下させ、要介護状態に導くことが明らかとなった。既存骨折の有無は将来の介護度認定リスクの指標としても考慮すべき項目となる。最終年度では、主要な骨粗鬆症性骨折である大腿骨近位部骨折と椎体圧迫骨折患者についてもそれぞれ転倒頻度と危険因子について検討した。転倒頻度は大腿骨近位部骨折後患者が25.0%、椎体圧迫骨折後患者は48.4%が骨折後1年間で転倒していた。

大腿骨近位部骨折後患者ではCV、AC水平、前後軸が低値であることが転倒リスクとして抽出された。過去の大腿骨近位部骨折患者の転倒危険因子の報告ではTUG24秒以上[12]、膝伸展筋力[13]などが挙げられているが、本研究ではそれらの変数よりも加速度計の分析結果の方が転倒リスクをよく反映した。加速度計による歩行分析は非常に簡便で、包括的な運動機能を評価できる客観的な評価機器であることから、この患者群での転倒リスク評価指標にも使用できる可能性がある。しかし、その一方で椎体圧迫骨折後患者ではTUG、5回立ち上がり時間が危険因子と



して抽出され、加速度計による歩行分析結果はこの患者群では危険因子として抽出されなかった。この理由として、加速度計による評価は左右の歩幅の違いやを評価するのに有益であることから、下肢骨折患者などの跛行を評価する指標となる一方、下肢の障がいのない椎体骨折では差が出にくく、一般的な歩行速度や下肢筋力などの指標の方がその転倒リスク評価には有用であるのかもしれない。

## E. 結論

- 1) 骨折後患者はADL自立で退院に至った患者でも、健常高齢者と比べると著しく運動機能が低いことが明らかとなった。
- 2) 3軸加速度計を使用した歩行分析は骨折後患者においても歩行能力、バランス能力、下肢筋力などを総合的に示す指標であることが明らかとなった。3軸加速度計による歩行解析は各分析方法によって異なった運動機能と相関していたが、AC解析を行うことで総合的な運動能力を評価できる可能性がある。
- 3) 骨折前の足腰25は退院時運動能力とよく相関し、骨折前に足腰25スコアが悪化しているものは退院時能力も低いことが明らかとなった。
- 4) TKA後高齢者は健常高齢者と比較し、歩行機能、運動機能が低く転倒恐怖心も強く転倒しやすいとともに、その中でも、特に円背を自覚している症例は転倒しやすいことが分かった。
- 5) 骨折後患者の骨折後1年間での転倒頻度は40%と、一般高齢者と比べると非常に高いことが明らかとなった。
- 6) 骨折後患者における3軸加速度計による歩行分析は骨折後の転倒のみならず、再骨折、ADL悪化、介護保険認定などのリスク判別においても、有用な指標となることが明らかとなった。
- 7) 骨折後や人工関節後など運動器疾患を持った

患者は術後のリハビリテーションによって機能改善が期待できるものの、健常高齢者の運動機能と比較すると劣っていることが明らかとなった。このような運動器疾患をもった症例に対する長期的な運動療法や転倒、再骨折予防、機能低下予防への介入が必要である。

## G. 研究発表

### 論文発表

1. 萩野 浩,原発性骨粗鬆症の治療,医学のあゆみ,236(5):489-493,2011
2. 杉本利嗣, 稲葉雅章, 岡崎亮, 斉藤充, 白木正孝, 竹内靖博, 萩野浩, 他,生活習慣病骨折リスクに関するガイド,杉本利嗣編,ライフサイエンス,東京,2011
3. Tanimura C, Morimoto M, Hiramatsu K, Hagino H,Difficulties in the daily life of patients with osteoarthritis of the knee: scale development and descriptive study,J Clin Nurs,20 (5-6) : 743-753,2011
4. 萩野 浩,ビスフォスフォネート,日本臨牀,69(7): 1253-1257,2011
5. 萩野 浩,運動器のリハビリテーション ポケットマニュアル,久保俊一ほか編, 診断と治療社,東京, 2011
6. Okano T, Enokida M, Otsuki R, Hagino H, Teshima R, Recent trends in adult-onset septic arthritis of the knee and hip: retrospective analysis of patients treated during the past 50 years,J Infect Chemother,17(5): 666-670,2011
7. Kondo A, Zierler BK, Hagino H,The timing of hip fracture surgery and mortality within 1 year: a comparison between the United States and Japan,Orthop Nurs, 30: 54-61,2011
8. Oeki M, Mogami T, Hagino H,Self-perceived burden in patients with cancer: Scale development and descriptive study.,Eur J Oncol Nurs,16(2): 145-152, 2011
9. Sakuma M, Endo N, Hagino H, Harada A,

- Matsui Y, Nakano T, Nakamura K, Serum 25-hydroxyvitamin D status in hip and spine-fracture patients in Japan, *J Orthop Sci*, 16: 418-423, 2011
10. Ferrari S, Nakamura T, Hagino H, Fujiwara S, Lange JL, Watts NB, Longitudinal change in hip fracture incidence after starting risedronate or raloxifene: an observational study, *J Bone Miner Metab*, 29(5): 561-570, 2011
  11. Hayashi I, Hagino H, Okano T, Enokida M, Teshima R, Effect of raloxifene on arthritis and bone mineral density in rats with collagen-induced arthritis, *Calcif Tissue Int*, 88(2): 87-95, 2011
  12. 萩野 浩, 原発性骨粗鬆症への応用, ビスホスホネートを使いこなす, 26-37, 和田誠基, 鈴木敦詞編, 文光堂, 東京, 2011
  13. 萩野 浩, 骨粗鬆症と腰痛予防, *NB Med Reha*, 134: 57-62, 2011
  14. 萩野 浩, PTHの骨粗鬆症性骨折予防, 骨粗鬆症治療, 10(2): 124-127, 2011
  15. 萩野 浩, リウマチの骨粗鬆症と転倒予防, 関節リウマチのトータルマネージメント, 172-178, 日本リウマチ財団, 医歯薬出版株式会社, 東京, 2011
  16. 萩野 浩, 認知症高齢者の転倒・骨折の実態と特徴は, 認知症の転倒予防とリスクマネジメント, 55-60, 武藤芳照・鈴木みずえ, 日本医事新報社, 東京, 2011
  17. 萩野 浩, 整形外科におけるSERM治療の位置づけ～ライフステージとの関連を含めて～, *医薬ジャーナル*, 47(9): 2312-2316, 2011
  18. 萩野 浩, ビスフォスフォネート治療の進歩と課題, 腎と骨代謝, 24(4): 273-280, 2011
  19. 萩野 浩, 新しいビスフォスフォネート-ミノドロネート-の使い方, *Geriat Med*, 49(9): 997-1000, 2011
  20. 萩野 浩, 新しいビスフォスフォネート-ミノドロネート月(4週)1回製剤-の使い方, 骨粗鬆症治療, 10(3): 209-213, 2011
  21. 萩野 浩, エルデカルシトールの骨密度増加作用と骨折防止効果～層別解析結果～, *CLINICAL CALCIUM*, 21(11): 1695-1702, 2011
  22. Hagino H, Shiraki M, Fukunaga M, et al, Three years of treatment with minodronate in patients with postmenopausal osteoporosis, *J Bone Miner Metab*, 31(5): 544-50, 2013
  23. Matsumoto H, Okuno M, Nakamura T, Yamamoto K, Hagino H, Fall incidence and risk factors in patients after total knee arthroplasty, *Arch Orthop Trauma Surg*, 132(4): 555-563, 2012
  24. Okazaki R, Hagino H, Ito M, et al, Efficacy and safety of monthly oral minodronate in patients with involutional osteoporosis, *Osteoporos Int*, 23(6): 1737-45, 2012
  25. 松本博実, 奥野 誠, 萩野 浩, 人工膝関節のリハビリテーション, *MB Med Reha*, 139: 32-38, 2011
  26. Hagino H, Sawaguchi T, Endo N, et al, The Risk of a Second Hip Fracture in Patients after Their First Hip Fracture, *Calcif Tissue Int*, 90(1): 14-21, 2012
  27. 萩野 浩, 骨粗鬆症, 今日の治療2012, 920-921, 山口 徹編, 医学書院, 東京, 2012
  28. 萩野 浩, 高齢者の転倒対策, *J Clinical Rehabilitation*, 21(3): 272-277, 2012
  29. 萩野 浩, 関節リウマチのリハビリテーション, *流*, 286: 9-16, 2012
  30. 萩野 浩, 新しい骨粗鬆症治療薬「週1回投与テリパラチド製剤」の高齢者への使い方, *Prog Med*, 32(2): 373-378, 2012
  31. 大塚美樹, 阿部睦美, 萩野 浩, 進行がん患者の家族への負担感に関連する要因－在宅療養移行の実現に向けて－, *米子医誌*, 63(2): 67-72, 2012
  32. 松本博実, 奥野 誠, 萩野 浩: 人工膝関節のリハビリテーション, *MB Med Reha*, 139: 32-38, 2011
  33. 松本浩実, 萩野 浩: アンチ・エイジングシリーズ

- ズ3 骨研究最前線 第4 編 骨のアンチエイジングとデバイス開発 第3 章 3 軸加速度センサーを用いた転倒リスク評価と今後の展望.377-384.2013.
34. 松本浩実,萩野浩: 3軸加速度計歩行分析によるロコモティブシンドロームスクリーニングの妥当性について.運動器リハビリテーション.2013 (in press) .
35. 萩野浩: 骨粗鬆症, 今日の治療2012, 920-921,2012, 山口徹編, 医学書院, 東京
36. 萩野浩: 高齢者の転倒対策, J Clinical Rehabilitation, 21: 272-277, 2012
37. 萩野浩: ロコモティブシンドロームの基礎疾患としての骨粗鬆症～虚弱 (Frailty) との関係も含めて～, CLINICAL CALCIUM, 22: 495-502, 2012
38. 萩野浩:新たな骨粗鬆症治療薬の展開, Medical Asahi, 41: 24-25, 2012
39. 萩野浩: II.2.骨折の疫学1)大腿骨近位部骨折, 骨粗鬆症診療ハンドブック, 112-119, 2012, 中村利孝, 松本俊夫 編, 医薬ジャーナル社, 大阪
40. 萩野浩: V.骨粗鬆症の診断1.骨折の評価, 骨粗鬆症診療ハンドブック, 212-219, 2012, 中村利孝, 松本俊夫編, 医薬ジャーナル社, 大阪
41. 萩野浩: 大腿骨近位部骨折治療のエビデンス, 運動器疾患の予防と治療, 177-183, 2011,財団法人長寿科学振興財団
42. 萩野浩,松本浩実, 橘田勇紀: 運動器疾患とリハビリテーションー大腿骨近位部骨折を中心にー, J Clinical Rehabilitation, 21: 467-474, 2012
43. 萩野浩: 脆弱性骨折後骨折のリスクとその予防, 日整会誌, 86: 205-209, 2012
44. 萩野浩: ロコモと骨粗鬆症; 医療費, 費用対効果分析など, MB Orthop, 25: 45-50, 2012
45. 松本浩実, 萩野浩: 運動器疾患の運動療法ー大腿骨近位部 (頸部・転子部) 骨折, 運動療法ガイド, 158-164,2012
46. 萩野浩: 大腿骨近位部骨折ゼロをめざす骨粗鬆症治療戦略を考える, Osteoporos Jpn, 20: 155-162, 2012
47. 岡野徹, 萩野浩: 代謝性骨疾患 (骨粗鬆症を含む), 整形外科, 63: 483-486, 2012
48. 萩野浩: わが国における大腿骨近位部骨折の現状, CLINICIAN, 59: 7-13, 2012
49. 萩野浩: 骨粗鬆症と骨折, ファーマナビゲート 活性型ビタミンD3製剤編, 100-106, 2012
50. Hagino H: Fragility fracture prevention: review from a Japanese perspective, Yonago Acta Medica, 55: 21-28, 2012
51. 萩野浩: これからの骨粗鬆症治療戦略, 薬剤選択は年齢と既存骨折による骨折リスクをポイントに, Clinic Magazine, 518: 9-12, 2012
52. 萩野浩: 骨粗鬆症 (大腿骨近位部骨折、脊椎骨折を含む) , ロコモティブシンドローム, 25-30, 2012, 中村耕三編, メディカルレビュー社, 大阪
53. 萩野浩: 骨粗鬆症によるADL・QOLの低下, リハビリテーション医学, 49: 481-483, 2012
54. 萩野浩: 痛みと骨粗鬆症治療の関係について教えてください, 骨粗鬆症治療, 11: 224-227, 2012
55. 萩野浩: 骨粗鬆症, 関節外科, 31: 370- 375, 2012
56. 萩野浩, 奥田玲子, 山本陽子: 骨折の連鎖を阻止する, 日本抗加齢医学会雑誌, 8: 745-749, 2012
57. 萩野浩, 尾崎まり, 山下英樹, 山脇美香: 骨粗鬆症によるADL・QOLの低下, Jpn J Rehabil Med, 49: 481-483, 2012
58. 萩野浩, 尾崎まり, 山下英樹, 山脇美香: 骨粗鬆症のリハビリテーションでは何が問題か?, MB Med Reha, 150: 1-6, 2012
59. 萩野浩: 高齢者骨折の特殊性, 骨折・脱臼, 271-283, 2012, 富士川恭輔, 鳥巢岳彦編, 南山堂, 東京
60. 萩野浩: 転倒・骨折の統計データの集計と解析, 転倒・骨折を防ぐセーフティマネジメント, 189-198, 2012, 小松泰喜, 石川ふみよ編, 金原出版株式会社, 東京

61. 萩野浩: 骨粗鬆症, *J Clinical Rehabilitation*, 21: 1160-1167, 2012
62. 萩野浩: 疫学, 副甲状腺・骨代謝疾患診療マニュアル, 114-116, 2013
63. 萩野浩: カルシトニン製剤, 前立腺癌と男性骨粗鬆症, 99-109, 2013
64. 萩野浩: ビスホスホネート製剤による骨粗鬆症治療の今後の展望, ファーマナビゲーター ビスホスホネート編, 164-171, 2013
65. 萩野浩: SERMは顎骨壊死や非定型骨折をきたしますか?, ファーマナビゲーター SERM編, 330-334, 2013
66. Kondo T, Kakuda W, Yamada N, Shimizu M, Hagino H, Abo M.: Effect of low-frequency rTMS on motor neuron excitability after stroke, *Acta Neurol Scand*, 127, 1, 26-30, 2013
67. Sakamoto K, Endo N, Harada A, Sakada T, Tsushita K, Kita K, Hagino H, Sakai A, Yamamoto N, Okamoto T, Liu M, Kokaze A, Suzuki H: Why not use your own body weight to prevent falls? A randomized, controlled trial of balance therapy to prevent falls and fractures for elderly people who can stand on one leg for  $\leq 15$  s., *J Orthop Sci*, 18, 110-120, 2013
68. Nagira K, Hagino H, Kameyama Y, Teshima R: Effects of minodronate on cortical bone response to mechanical loading in rats, *Bone*, 53, 277-283, 2013
69. Sugimoto T, Shiraki M, Nakano T, Kishimoto H, Ito M, Fukunaga M, Hagino H, Sone T, Kuroda T, Nakamura T: Vertebral Fracture Risk after Once-Weekly Teriparatide Injection - Follow-up Study of Teriparatide Once-Weekly Efficacy Research (TOWER) Trial, *Curr Med Res Opin*, 29, 3, 195-203, 2013
70. Dokai T, Nagashima H, Okano T, Nanjo Y, Kishimoto Y, Tandai A, Kakite S, Hagino H: Morphological and Volumetric Analysis of the Development of Vertical Subluxation in Rheumatoid Arthritis, *Yonago Acta Medica*, 56, 21-27, 2013
71. Tanida A, Kishimoto Y, Okano T, Hagino H: Etanercept promotes bone formation via suppression of Dickkopf-1 expression in rats with collagen-induced arthritis, *Yonago Acta Medica*, 56, 13-19, 2013
72. 宗圓聰, 福永仁夫, 杉本利嗣, 曾根照喜, 藤原佐枝子, 遠藤直人, 五來逸雄, 白木正孝, 萩野浩, 細井孝之, 太田博明, 米田俊之, 友光達志: 原発性骨粗鬆症の診断基準 (2012年度改訂版), *Osteoporosis Japan*, 21, 1, 9-21, 2013
73. 森諭史, 宗圓聰, 萩野浩, 中野哲雄, 伊東昌子, 藤原佐枝子, 加藤義治, 徳橋泰明, 戸川大輔, 遠藤直人, 澤口毅: 椎体骨折評価基準 (2012年度改訂版), *Osteoporosis Japan*, 21, 1, 25-32, 2013
74. 谷村千華, 森本美智子, 萩野浩: 外来通院にて保存的療法を受けている変形性膝関節症患者のセルフケア能力, *日本看護科学会誌*, 33, 1, 42-51, 2013
75. 宮腰尚久, 萩野浩, 遠藤直人, 山本智章, 谷俊一: 大腿骨近位部骨折に対する地域連携パスの運用実態—全国調査による地域差の検討—, *整形・災害外科*, 56, 8, 991-998, 2013
76. Hagino H, Takano T, Fukunaga M, Shiraki M, Nakamura T, Matsumoto T: Eldecacitol reduces the risk of severe vertebral fractures and improves the health-related quality of life in patients with osteoporosis, *J Bone Miner Metab*, 31, 2, 183-189, 2013
77. Hagino H, Kishimoto H, Ohishi H, Horii S, Nakamura T: Efficacy, tolerability and safety of once-monthly administration of 75mg risedronate in Japanese patients with involutional osteoporosis: A comparison with a 2.5mg once-daily dosage regimen, *Bone*, 59C, 44-52, 2013
78. Orimo H, Nakamura T, Hosoi T, Iki I, Uenishi K,

- Endo N, Ohta H, Shiraki M, Sugimoto T, Suzuki T, Soen T, Nishizawa Y, Hagino H, Fukunaga M, Fujiwara S : Japanese 2011 Guidelines for Prevention and Treatment of Osteoporosis- Executive Summary, Archives of Osteoporosis, 4, 3-20, 2012
79. Nishizawa Y, Ohta H, Miura M, Inaba M, Ichimura S, Shiraki M, Takada J, Chaki O, Hagino H, Fujiwara S, Fukunaga M, Miki T, Yoshimura N: Guidelines for the use of bone turnover markers in the Diagnosis and Treatment of Osteoporosis (2012 Edition), J Bone Miner Metab, 31, 1, 1-15, 2013
80. 萩野 浩 : わが国における高齢者の大腿骨近位部骨折の現状と医療者の役割, 医薬ジャーナル, 49, 3, 867-871, 2013
81. 萩野 浩 : 骨粗鬆症における骨折の発生状況, Osteoporosis Japan, 21, 1, 40-41, 2013
82. 萩野 浩 : 転倒の発生状況およびその危険因子, Osteoporosis Japan, 21, 1, 50-51, 2013
83. 萩野 浩 : 骨粗鬆症の総論・疫学, Osteoporosis Japan, 21, 1, 118-119, 2013
84. 萩野 浩 : 転倒予防, Osteoporosis Japan, 21, 1, 136-137, 2013
85. Hagino H : ELDECALCITOL - Newly developed active vitamin D3 analog for the treatment of osteoporosis, Expert Opinion On Pharmacotherapy, 14, 6, 817-825, 2013
86. 萩野 浩, 奥田玲子, 山本陽子 : 骨折の二次予防を目指した治療戦略, 内科, 111, 4, 619-625, 2013
87. 萩野 浩 : 大腿骨頸部/転子部骨折, 総合リハ, 41, 3, 251-256, 2013
88. 萩野 浩, 山本陽子 : 骨粗鬆症リエゾンサービスの現状と展望, 整・災外, 56, 4, 375-383, 2013
89. 萩野 浩, 奥田玲子 : 骨粗鬆症の臨床像, 日本臨牀, 71, Suppl 2, 205-210, 2013
90. 萩野 浩 : リセドロネート, 日本臨牀, 71, Suppl 2, 289-294, 2013
91. 萩野 浩 : 骨折の連鎖とその対策, 日本臨牀, 71, Suppl 2, 539-543, 2013
92. 萩野 浩, 奥田玲子, 山本陽子 : 骨粗鬆症リエゾンサービスが担う多職種連携ネットワーク, Nursing BUSINESS, 7, 6, 540 - 541, 2013
93. 萩野 浩 : 骨代謝マーカーと骨折リスク, 骨粗鬆症治療, 12, 2, 95-101, 2013
94. 萩野 浩 : 大腿骨近位部骨折, 運動器リハビリテーション, 24, 1, 12-17, 2013
95. 萩野 浩 : 骨粗鬆症治療薬の現状と展望, BIO Clinica, 28, 10, 929-933, 2013
96. 萩野 浩 : 骨粗鬆症治療における活性型ビタミンD3製剤の位置づけ～新規活性型ビタミンD3誘導体に対する期待～, 臨床リウマチ, 25, 207-210, 2013
97. 萩野 浩 : ビスホスホネート, HORMONE FRONTIER IN GYNECOLOGY, 20, 3, 223-227, 2013
98. 萩野 浩 : 骨粗鬆症, 総合リハ, 41, 9, 817-822, 2013
99. 萩野 浩 : ビスホスホネート, 医学のあゆみ, 247, 1, 97-100, 2013
100. 萩野 浩, 奥田玲子, 山本陽子 : 骨粗鬆症についての基礎知識と予防・治療・ケアにおける最近の動向, 臨牀看護, 39, 13, 1812-1817, 2013
101. 萩野 浩, 山本陽子 : 骨粗鬆症の定義と成因 (骨強度低下のメカニズム), Geriatric Medicine, 51, 10, 1017-1020, 2013
102. 萩野 浩 : 骨粗鬆症治療におけるカルシトニンの位置づけ～最近のガイドラインより～, 医薬ジャーナル, 49, 11, 2638-2643, 2013
103. 萩野 浩, 奥田玲子 : 骨折リエゾンサービス, 骨粗鬆症治療, 12, 3, 211-213, 2013
104. 萩野 浩, 中野哲雄, 藤野圭司 : 一座談会ー骨粗鬆症による骨折を予防するためにー その1ーロコモティブシンドロームの現状と問題点

- 一, Pharma Medica, 31, 3, 223-229, 2013
105. 萩野 浩, 中野哲雄, 藤野圭司: 一 座談会 - 骨粗鬆症による骨折を予防するために - その2 - 大腿骨近位部骨折を中心に -, Pharma Medica, 31, 4, 109-113, 2013
106. 宮腰尚久, 今西康雄, 山内美香, 萩野 浩: 骨粗鬆症の骨折の連鎖を防ぐために - テリパラチドの上手な使い方 -, Geriatric Medicine, 51, 10, 1077-1087, 2013
107. 萩野 浩: 骨折連鎖を防ぐ治療戦略, MEDICAMENT NEWS, 2121, 6-7, 2013
108. 萩野 浩: 骨粗鬆症, クレデンシャル, 61, 10, 5-11, 2013

#### 学会発表

1. World Physical Therapy 2011 (2011.6.21-23), Fall incidence and risk factors in patients after total knee arthroplasty: A six-month prospective study
2. 日本運動器科学会(2011.7.9), 前向き調査による人工膝関節全置換後高齢者の転倒頻度と危険因子について
3. 第8回転倒予防医学研究会(2011.10.2), 人工膝関節後高齢者の転倒頻度と危険因子についての前向き研究
4. 第33回中国四国リハビリテーション研究会(2011.12.4), TKA後の転倒頻度と危険因子について - prospective cohort study
5. 第19回リハビリテーション研究会 in Yonago (2012.5.12), 健常高齢者と比較した骨折治療後患者の運動機能について
6. 第34回中国四国リハビリテーション研究会(2012.7.1), 3軸加速度計を用いて評価した骨折後高齢者の歩行機能について
7. 第24回運動器科学会(2012.7.7), 健常高齢者と比較した骨折治療後患者の運動機能について
8. 第27回中国ブロック理学療法士学会(2012.8.25-26), 健常高齢者と比較した骨折後高齢者の運動機能の特徴について
9. IOF Regionals -3rd Asia-Pacific Osteoporosis Meeting- Kuala Lumpur 2012(2012.12.13-17), INCIDENCE AND RISK FACTORS FOR FALLING IN PATIENTS AFTER TOTAL KNEE ARTHROPLASTY
10. 第21回リハビリテーション研究会 in Yonago(2013.4.13), 骨折後患者における再転倒リスク予測のための運動機能評価について
11. 第25回運動器科学会(2013.7.6), 骨折後患者における再転倒リスク予測のための運動機能評価について
12. 第36回中国四国リハビリテーション研究会(2013.7.7), 3軸加速度計を用いた歩行解析の転倒リスク評価としての有効性について - 一般高齢者における前向き研究 -
13. 第22回リハビリテーション研究会 in Yonago(2013.9.14), 骨折後患者における退院後の複数転倒発生の危険因子について
14. 第15回日本骨粗鬆症学会(2013.10.11-13), 高齢者の骨折1年後における介護度悪化の危険因子について
15. 第15回日本骨粗鬆症学会(2013.10.11-13), 骨折後患者における退院後の複数転倒発生の危険因子について
16. 第37回中国四国リハビリテーション研究会(2013.12.8), 大腿骨近位部骨折後患者における歩行加速度分析の退院後転倒発生リスク評価としての有用性について

#### H. 引用文献

1. Hagino H, Furukawa K, Fujiwara S, Okano T, Katagiri H, Yamamoto K, et al. Recent trends in the incidence and lifetime risk of hip fracture in Tottori, Japan. Osteoporos Int 2009;20:543-8.
2. Abstracts of the IOF Regionals-3rd Asia-Pacific Osteoporosis Meeting. December 13-16, 2012. Kuala Lumpur, Malaysia. Osteoporos Int 2012;23 Suppl 7:739-840.
3. Hagino H, Sawaguchi T, Endo N, Ito Y, Nakano T,

- Watanabe Y. The risk of a second hip fracture in patients after their first hip fracture. *Calcif Tissue Int* 2012;90:14-21.
4. Mitani S, Shimizu M, Abo M, Hagino H, Kurozawa Y. Risk factors for second hip fractures among elderly patients. *J Orthop Sci* 2010;15:192-7.
  5. Kanis JA, Johnell O, De Laet C, Johansson H, Oden A, Delmas P, et al. A meta-analysis of previous fracture and subsequent fracture risk. *Bone* 2004;35:375-82.
  6. Klotzbuecher CM, Ross PD, Landsman PB, Abbott TA, 3rd, Berger M. Patients with prior fractures have an increased risk of future fractures: a summary of the literature and statistical synthesis. *J Bone Miner Res* 2000;15:721-39.
  7. Ruan WD, Wang P, Ma XL, Ge RP, Zhou XH. Analysis on the risk factors of second fracture in osteoporosis-related fractures. *Chin J Traumatol* 2011;14:74-8.
  8. Lyles KW, Schenck AP, Colon-Emeric CS. Hip and other osteoporotic fractures increase the risk of subsequent fractures in nursing home residents. *Osteoporos Int* 2008;19:1225-33.
  9. (編集) 骨. 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン〈2011年版〉: ライフサイエンス出版; 2011.
  10. van Helden S, Wyers CE, Dagnelie PC, van Dongen MC, Willems G, Brink PR, et al. Risk of falling in patients with a recent fracture. *BMC Musculoskelet Disord* 2007;8:55.
  11. Morris R, Harwood RH, Baker R, Sahota O, Armstrong S, Masud T. A comparison of different balance tests in the prediction of falls in older women with vertebral fractures: a cohort study. *Age Ageing* 2007;36:78-83.
  12. Kristensen MT, Foss NB, Kehlet H. Timed "up & go" test as a predictor of falls within 6 months after hip fracture surgery. *Phys Ther* 2007;87:24-30.
  13. Yau DT, Chung RC, Pang MY. Knee Muscle Strength and Visual Acuity are the Most Important Modifiable Predictors of Falls in Patients after Hip Fracture Surgery: A Prospective Study. *Calcif Tissue Int* 2012.
  14. Johnell O, Kanis JA, Oden A, Sernbo I, Redlund-Johnell I, Petterson C, et al. Fracture risk following an osteoporotic fracture. *Osteoporos Int* 2004;15:175-9.
  15. van Helden S, Cals J, Kessels F, Brink P, Dinant GJ, Geusens P. Risk of new clinical fractures within 2 years following a fracture. *Osteoporos Int* 2006;17:348-54.
  16. 望月久. 【高齢者の転倒予防 この10年の成果】高齢者の転倒予防のためのスクリーニングテスト. *理学療法* 2010;27:630-7.
  17. Yamada M, Aoyama T, Mori S, Nishiguchi S, Okamoto K, Ito T, et al. Objective assessment of abnormal gait in patients with rheumatoid arthritis using a smartphone. *Rheumatol Int* 2012;32:3869-74.
  18. Latt MD, Menz HB, Fung VS, Lord SR. Acceleration patterns of the head and pelvis during gait in older people with Parkinson's disease: a comparison of fallers and nonfallers. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2009;64:700-6.
  19. Yamada MH, S.Ono,R.Ando,H. The assessment of abnormal gait by gait parameters derived from trunk acceleration in patients with osteoarthritis of the hip -comparison with healthy controls and criterion -related validity -. *Physical therapy Japan* 2006;33:14-21.
  20. Bautmans I, Jansen B, Van Keymolen B, Mets T. Reliability and clinical correlates of 3D-accelerometry based gait analysis outcomes according to age and fall-risk. *Gait Posture* 2011;33:366-72.
  21. Henriksen M, Lund H, Moe-Nilssen R, Bliddal H, Danneskiold-Samsøe B. Test-retest reliability

- of trunk accelerometric gait analysis. *Gait Posture* 2004;19:288-97.
22. Moe-Nilssen R. Test-retest reliability of trunk accelerometry during standing and walking. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:1377-85.
  23. Hausdorff JM. Gait variability: methods, modeling and meaning. *J Neuroeng Rehabil* 2005;2:19.
  24. Doi T, Hirata S, Ono R, Tsutsumimoto K, Misu S, Ando H. The harmonic ratio of trunk acceleration predicts falling among older people: results of a 1-year prospective study. *J Neuroeng Rehabil* 2013;10:7.
  25. Senden R, Savelberg HH, Grimm B, Heyligers IC, Meijer K. Accelerometry-based gait analysis, an additional objective approach to screen subjects at risk for falling. *Gait Posture* 2012;36:296-300.
  26. Kojima M, Obuchi S, Henmi O, Ikeda N. Comparison of Smoothness during Gait between Community Dwelling Elderly Fallers and Non-Fallers Using Power Spectrum Entropy of Acceleration Time-Series. *Journal of Physical Therapy Science* 2008;20:243-8.
  27. Arden NK, Crozier S, Smith H, Anderson F, Edwards C, Raphael H, et al. Knee pain, knee osteoarthritis, and the risk of fracture. *Arthritis Rheum* 2006;55:610-5.
  28. Matsumoto H, Okuno M, Nakamura T, Yamamoto K, Hagino H. Fall incidence and risk factors in patients after total knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg* 2012;132:555-63.
  29. Wasserstein D, Farlinger C, Brull R, Mahomed N, Gandhi R. Advanced Age, Obesity and Continuous Femoral Nerve Blockade are Independent Risk Factors for Inpatient Falls After Primary Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty* 2012.
  30. Lalmohamed A, Opdam F, Arden NK, Prieto-Alhambra D, van Staa T, Leufkens HG, et al. Knee arthroplasty and risk of hip fracture: a population-based, case-control study. *Calcif Tissue Int* 2012;90:144-50.
  31. Milne JS, Lauder IJ. Age effects in kyphosis and lordosis in adults. *Ann Hum Biol* 1974;1:327-37.
  32. Helen J Hea. 新・徒手筋力検査法.原著第6版. 東京: 協同医書出版社; 2000.
  33. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991;39:142-8.
  34. Vellas BJ, Wayne SJ, Romero L, Baumgartner RN, Rubenstein LZ, Garry PJ. One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. *J Am Geriatr Soc* 1997;45:735-8.
  35. 山田実, 上原稔章. 環境の差異による姿勢動揺の変化—地域在住高齢者における検討, および転倒との関係. *理学療法ジャーナル* 2008;42:885-91.
  36. 新井智之, 柴喜崇, 渡辺修一郎, 柴田博. 10m歩行における歩行周期変動と運動機能、転倒との関連—小型加速度計を用いた測定. *理学療法学* 2011;38:165-72.
  37. Hausdorff JM, Rios DA, Edelberg HK. Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:1050-6.
  38. Chen HL, Deng LL, Li JF. Prevalence of Osteoporosis and Its Associated Factors among Older Men with Type 2 Diabetes. *Int J Endocrinol* 2013;2013:285729.
  39. Menz HB, Lord SR, Fitzpatrick RC. Acceleration patterns of the head and pelvis when walking on level and irregular surfaces. *Gait Posture* 2003;18:35-46.
  40. Menz HB, Lord SR, Fitzpatrick RC. Age-related differences in walking stability. *Age Ageing* 2003;32:137-42.
  41. 山田実, 平田総一郎, 小野玲, 安藤啓司. 体幹加速度由来歩容指標による歩容異常の評価—歩容指標の変形性股関節症患者と健常者との比較, および基準関連妥当性. *理学療法学*



- 2006;33:14-21.
42. Jarvenpaa J, Kettunen J, Kroger H, Miettinen H. Obesity may impair the early outcome of total knee arthroplasty. *Scand J Surg* 2010;99:45-9.
43. Meier W, Mizner RL, Marcus RL, Dibble LE, Peters C, Lastayo PC. Total knee arthroplasty: muscle impairments, functional limitations, and recommended rehabilitation approaches. *J Orthop Sports Phys Ther* 2008;38:246-56.
44. Bade MJ, Kohrt WM, Stevens-Lapsley JE. Outcomes before and after total knee arthroplasty compared to healthy adults. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40:559-67.
45. Yasumura S, Haga H, Nagai H, Suzuki T, Amano H, Shibata H. Rate of falls and the correlates among elderly people living in an urban community in Japan. *Age Ageing* 1994;23:323-7.
46. Swinkels A, Newman JH, Allain TJ. A prospective observational study of falling before and after knee replacement surgery. *Age Ageing* 2009;38:175-81.
47. Toots A, Rosendahl E, Lundin-Olsson L, Nordstrom P, Gustafson Y, Littbrand H. Usual gait speed independently predicts mortality in very old people: a population-based study. *J Am Med Dir Assoc* 2013;14:529 e1-6.
48. Sabia S, Dumurgier J, Tavernier B, Head J, Tzourio C, Elbaz A. Change in Fast Walking Speed Preceding Death: Results From a Prospective Longitudinal Cohort Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2013.
49. Peel NM, Kuys SS, Klein K. Gait speed as a measure in geriatric assessment in clinical settings: a systematic review. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2013;68:39-46.
50. Palombaro KM, Hack LM, Mangione KK, Barr AE, Newton RA, Magri F, et al. Gait variability detects women in early postmenopause with low bone mineral density. *Phys Ther* 2009;89:1315-26.
51. O'Neill TW, Cockerill W, Matthis C, Raspe HH, Lunt M, Cooper C, et al. Back pain, disability, and radiographic vertebral fracture in European women: a prospective study. *Osteoporos Int* 2004;15:760-5.34. 山田実, 平田総一郎, 小野玲, 安藤啓司. 体幹加速度由来歩容指標による歩容異常の評価歩容指標の変形性股関節症患者と健常者との比較,および基準関連妥当性. *理学療法学* 2006;33:14-21.

$$\text{RMS}\{a(t)\} = \left( \frac{1}{T} \int_t^{t+T} a^2(t) dt \right)^{\frac{1}{2}}$$

初年度は歩行速度の2乗で補正を実施し、「動揺性」の指標とした。  
次年度以降は補正を行わず、加速度の「大きさ」の指標とした。

図1. Root Mean Square計算式

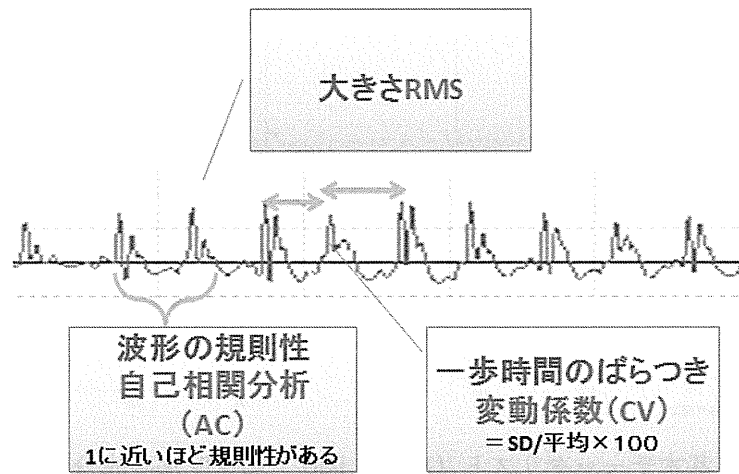
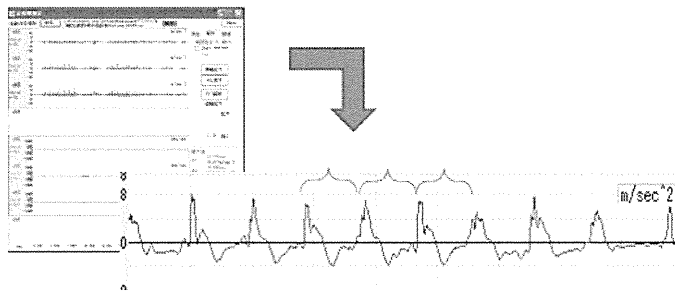


図2. 3軸加速度計による歩行分析方法



解析ソフト上で、一步にかかった時間を割り出し、数歩分(7~10歩)の平均時間と標準偏差を求める。

変動係数計算式：標準偏差/平均 × 100

図3. 変動係数 (CV) の解析方法

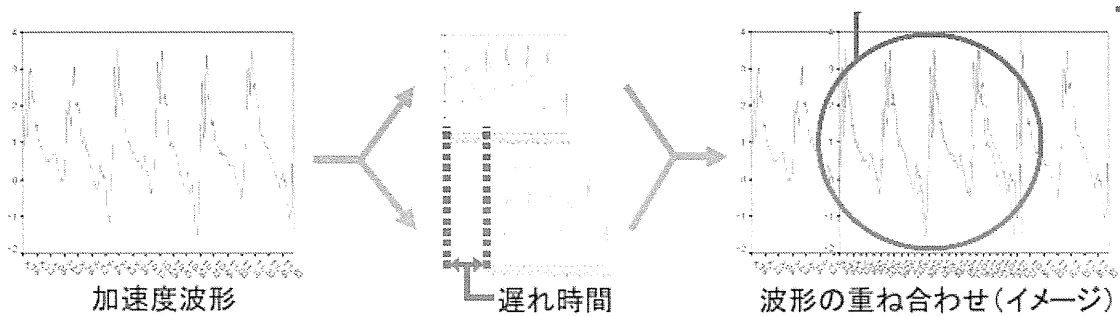


図4. 自己相関分析 (AC) の解析方法 (ラグ値：1歩行周期)

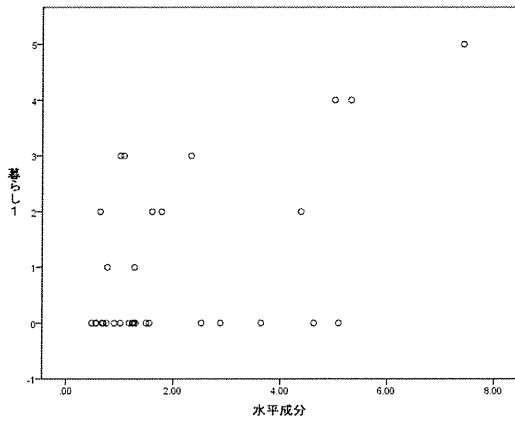


図5. 加速度水平成分と基本チェックリスト（暮らしぶり1）の相関関係

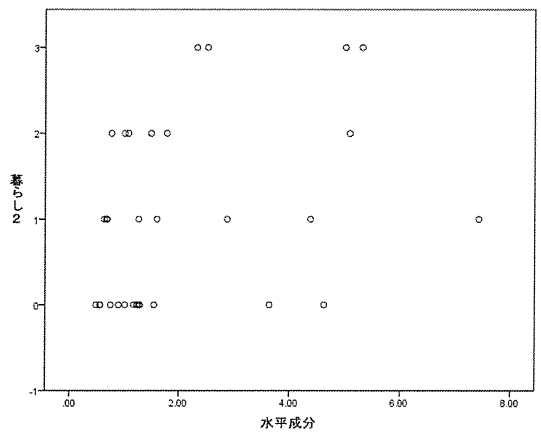


図6. 加速度水平成分と基本チェックリスト（暮らしぶり2）の相関関係

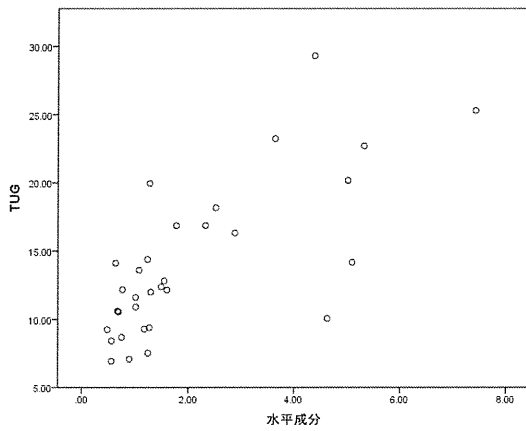


図7. 加速度水平成分とTUGの相関関係

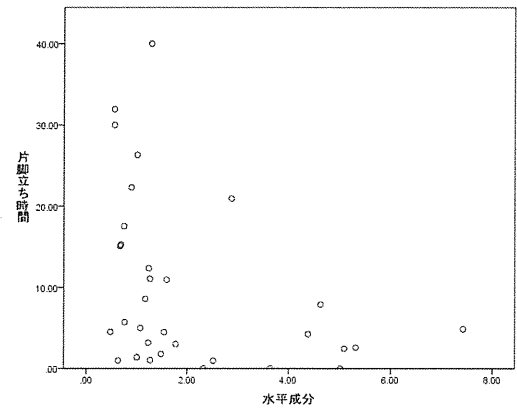


図8. 加速度水平成分と開眼片脚起立時間との相関関係

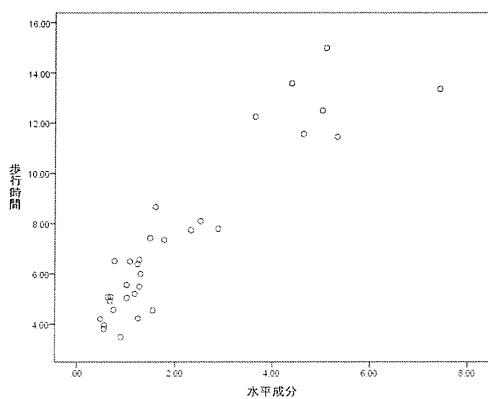


図9. 加速度水平成分と5m歩行時間の相関関係

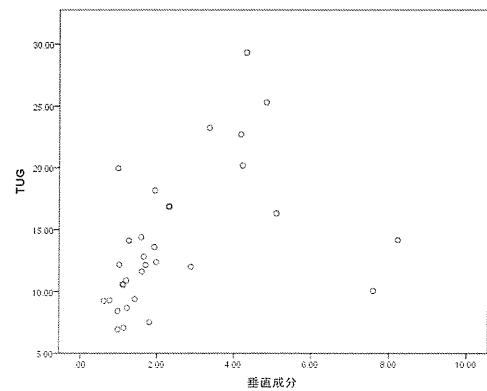


図10. 加速度垂直成分とTUGの相関関係

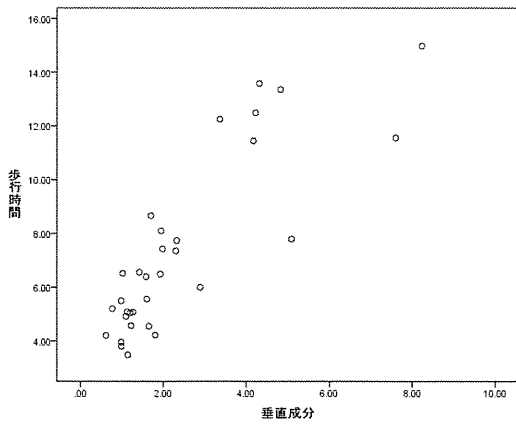


図11. 加速度垂直成分と5m歩行時間との相関関係

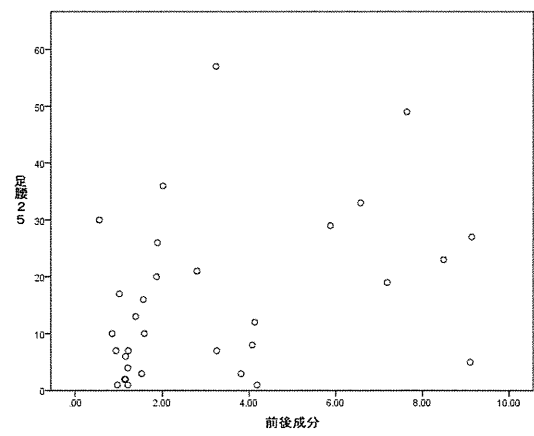


図12. 加速度前後成分と足腰25の相関関係

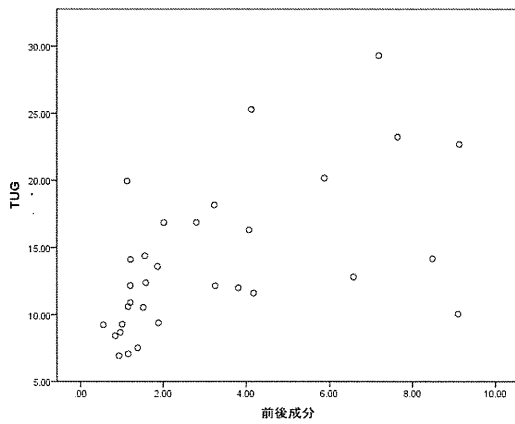


図13. 加速度前後成分とTUGの相関関係

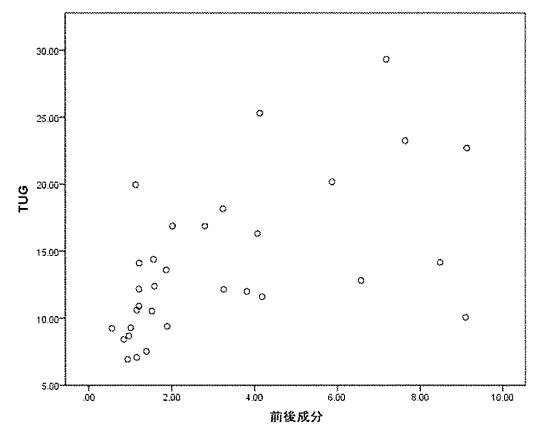


図14. 加速度前後成分と5回立ち上がり時間との相関関係

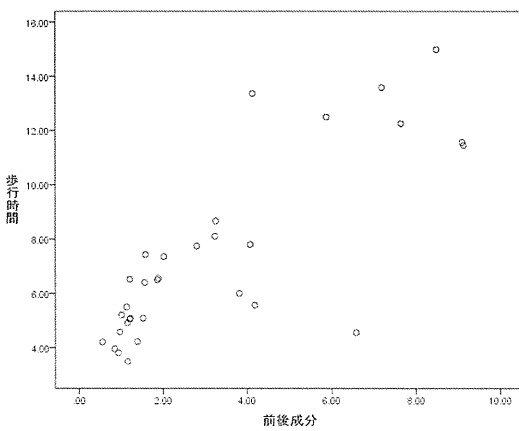


図15. 加速度前後成分と5m歩行時間との相関関係

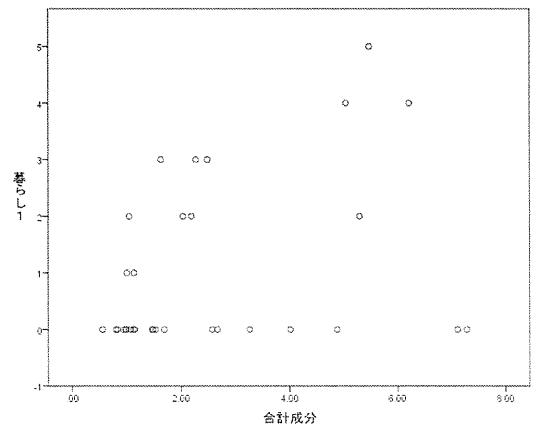


図16. 加速度合計成分と基本チェックリスト(暮らしぶり1)との相関関係