

厚生労働科学研究研究費補助金

長寿科学総合研究事業

ウェアラブル重心動揺測定装置を用いた人工関節置換術後早期リハビリ法の考案
に関する研究

平成17年度～18年度 総合研究報告書

主任研究者 禊 史明

平成19（2007）年 4月

目 次

I. 総合研究報告

ウェアラブル重心動揺測定装置を用いた人工関節置換術後早期リハビリ法の考案 に関する研究	-----	1
	主任研究者 禔 史明	

II. 研究成果の刊行に関する一覧表	-----	15
--------------------	-------	----

III. 研究成果の刊行物・別刷	-----	16
------------------	-------	----

厚生労働科学研究研究費補助金（長寿科学総合研究事業）

（総括・分担）研究報告書

ウェアラブル重心動揺測定装置を用いた人工関節置換術後早期リハビリ法の考案
に関する研究

（分担）研究者 梶 史明

研究要旨

人口の高齢化、医療技術の進展に伴い、高齢者のQuality of Life (QOL)が重要視されるようになってきている。特に、変形性関節症、大腿骨頸部骨折などの骨・関節疾患が原因で、「車椅子生活」や「寝たきり状態」になると、著しい高齢者のQOLの低下を招き、社会的、医療経済的に大きな問題となっている。これを防ぐ方法のひとつとして下肢の人工関節置換術は広く行われており、必要としている患者も多い。当施設においても人工膝関節置換術が年間約80例、人工股関節置換術が約100例施行され大きな効果をあげているが、手術の効果をあげるだけでなく、現在は早期退院、早期社会復帰が求められている。医療の標準化を目指しクリニカルパスが広く普及している。しかしながら、医療はそもそも個別のものであり、強引に標準化を行うことは望ましいことではない。現在のパスメニューにおいてはもちろんバリエーションを設定し、個別に評価して術後のリハビリテーションを行っているが、十分なエビデンスをもって行っているわけではない。客観的に評価し、医療の標準化とオーダーメイド治療を両立するためには患者の術後の状態を客観的、総合的に判断する必要がある。

これらのことを評価する方法として、歩行分析の手法がある。当院でもリハビリテーション訓練室に設備は整っているが、マーカの装着が必要で、限られた歩行距離の評価しかできないことが、問題で、また術後早期の状態ですべての歩行解析機器のある所まで患者を移動させることが必要となる。そこでわれわれは非常に簡易に体に装着することができ、歩行路にまったく制限を加えないため病室でも計測が可能なウェアラブル重心動揺測定装置を用いてこの評価を行うことを考案開発した。今回の研究は、術後早期患者の歩行を病室、病棟で評価し、現在の術後リハビリテーションメニューを再評価し、個別に対応できるオーダーメイド治療システムを構築することが目的である。今回の研究は、術後早期患者の歩行を病室、病棟で評価し、現在の術後リハビリテーションメニューを再評価し、個別に対応できるシステムを構築することが目的である。この研究により、現在行われている術後のリハビリテーションが、経験的、定性的なものから、エビデンスのある定量的なものに変えていくことができる。また今後他の下肢疾患術後や、急性期のリハビリテーションに応用でき、極めて意義のあるものと考えられる。現在歩行分析は、機器の発達により当院の設備でも下肢関節のモーメントやパワーを求めることが可能となっている。ところが、

機器の設置してある特定の場所で、特定の歩行路を歩行しないと計測できない上、多数のマーカ―を装着するなどの手間が多く、術直後の患者に使用できないという制限が臨床に応用しにくい大きな一因となっている。しかしながら、今回のシステムにより病室での使用や、階段などの特殊な状況などで計測が可能となり、より臨床に則した研究へと進めることが可能である。今回のシステムを構築するために現在、以下の8つの研究を行い、検討を加えた。

1. 本装置を装着した健常者18名にたいし歩行実験を行い、歩行スタンス、歩行速度などについて運動機能の回復度との相関性を確認し、リハビリテーション治療成績の定量化において有効であることを実証した。
2. 42名の変形性股関節症の患者に対し、このセンサーと重心動揺計を同時に用い、30秒の閉眼立位検査を行うことにより、このセンサーの精度検証を行った結果、我々が開発したポータブル動作解析機は、従来の重心動揺計と同等の精度を持っていることが示された。
3. 片側人工股関節置換術前後の12例にポータブル動作解析機装着下で10m歩行検査を歩行訓練開始時、松葉杖開始時、機能訓練終了時に測定を行い、患側/健側支持率、歩行スタンス幅、歩行速度を計測した。患側/健側支持率は術前73.5%、歩行訓練開始時平行棒内79.0%、松葉杖開始時82.5%、機能訓練終了時では、ステッキで88.4%となった。歩行スタンス幅は訓練開始時と比較して松葉杖開始時・機能訓練終了時が共に改善した。歩行速度は訓練開始時と比較して松葉杖開始時・機能訓練終了時が共に改善した。患側/健側支持率は有意ではないが増加し、患側への荷重が増加傾向となった。歩行スタンス幅・歩行速度は共に有意な改善を認めた。
4. 人工股関節置換術を施行患者17例に、筋力測定を術前および術後において毎日実施した。測定は股関節外転および伸展の等尺性筋力を測定し、筋力は術前値の80%で回復とみなした。退院後は2週間後、3ヶ月後、6ヶ月後の外来診察時に同測定を実施した。筋力変化において多くの症例が術後2週間後で術前値の80%程度まで回復を認め、その後数ヶ月にわたり徐々に増強する傾向を認めた。現在の術後プログラムは3週間で退院の設定であるが、退院時においては術前の筋力程度までほぼ回復しているといえる。BMI・体重といった身体要因が術後伸展筋力の回復を妨げ、加齢に伴い術後外転筋の回復が遅くなることも判明した。
5. 本装置を健常者8名および変股症患者15名に固定し10m歩行させ得られた前後方向、左右方向、上下方向スペクトラム総和を比較したところ低周波領域、高周波領域ともに健常女性と比べて左右方向と前後方向で有意に大きく、変股症患者の歩行動揺の評価への有用性を証明した。
6. 本装置を装着させたTHA患者22名で術前後経時的にデータ収集を行った10m歩行させ得られた前後方向、左右方向、上下方向の各加速度波形を高速フーリエ変換し、スペクトラム総和を比較することにより歩行自立への評価への有用性を示した。
7. 人工股関節患者の女性22人に本システムを装着させ、10mの自由歩行を行い、左右、

前後、上下方向の加速度のRoot Mean Square値を算出し術前の値に対する比率（％）を算出し経時的な変化を記録したところ歩行自立に大きく影響していた。

8. 以上で述べたRoot Mean Square値の術前に対する比率（％）の平均値にSD値を足した値を指標としてリハビリメニューを個別化して行い、従来よりも患者個人個人にあったメニューを行い、入院期間を短縮することができ有用であった。

主任研究者
禔 史明
四天王寺病院 医師

分担研究者

岩城 啓好
大阪市立大学医学研究科整形外科 講師

小林 章郎
大阪市立大学医学研究科整形外科 講師

中土 保
歡喜会辻外科病院リハビリ科 科長

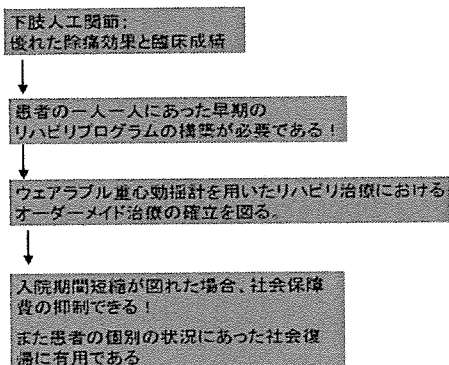
A. 研究目的

人口の高齢化、医療技術の進展に伴い、高齢者のQuality of Life (QOL)が重要視されるようになってきている。特に、変形性関節症、大腿骨頸部骨折などの骨・関節疾患が原因で、「車椅子生活」や「寝たきり状態」になると、著しい高齢者のQOLの低下を招き、社会的、医療経済的に大きな問題となっている。これを防ぐ方法のひとつとして下肢の人工関節置換術は広く行われており、必要としている患者も多い。当施設においても人工膝関節置換術が年間約80例、人工股関節置換術が約100例施行され大きな効果をあげているが、手術の効果をあげるだけでなく、現在は早期退院、早期社会復帰が求められている。医療の標準化を目指しクリニカルパスが広く普及している。しかしながら、医療はそもそも個別のものであり、強引に標準化を行うことは望ましいことではない。現在のパスメニューにおいてはもちろんバリエーションを設定し、個別に評価して術後のリハビリテーションを行っているが、十分なエビデンスをもって行っているわけではない。客観的に評価し、医療の標準化とオーダーメイド治療を両立

するためには患者の術後の状態を客観的、総合的に判断する必要がある。

これらのことを評価する方法として、歩行分析の手法がある。当院でもリハビリテーション訓練室に設備は整っているが、マーカーの装着が必要で、限られた歩行距離の評価しかできないことが、問題で、また術後早期の状態で歩行解析機器のある所まで患者を移動させることが必要となる。そこでわれわれは非常に簡易に体に装着することができ、歩行路にまったく制限を加えないため病室でも計測が可能なウェアラブル重心動揺測定装置を用いてこの評価を行うことを考案開発した。今回の研究は、術後早期患者の歩行を病室、病棟で評価し、現在の術後リハビリテーションメニューを再評価し、個別に対応できるオーダーメイド治療システムを構築することが目的である。今回の研究は、術後早期患者の歩行を病室、病棟で評価し、現在の術後リハビリテーションメニューを再評価し、個別に対応できるシステムを構築することが目的である。この研究により、現在行われている術後のリハビリテーションが、経験的、定性的なものから、エビデンスのある定量的なものに変えていくことができる。また今後他の下肢疾患術後や、急性期のリハビリテーションに応用でき、極めて意義のあるものと考えられる。現在歩行分析は、機器の発達により当院の設備でも下肢関節のモーメントやパワーを求めることが可能となっている。ところが、機器の設置してある特定の場所で、特定の歩行路を歩行しないと計測できない上、多数のマーカーを装着するなどの手間が多く、術直後の患者に使用できないという制限が臨床に応用しにくい大き

な一因となっている。しかしながら、今回のシステムにより病室での使用や、階段などの特殊な状況などで計測が可能となり、より臨床に則した研究へと進めることが可能である。今回のシステムを構築するために現在、以下の8つの研究を行い、検討を加えた。



研究方法、結果、考察

研究1. ウェアラブルセンサを利用した運動機能評価技術

(方法) 実証予備実験として、被験者として健常者18名にて、歩行実験を行った。

(結果) ウェアラブルセンサで計測される加速度データと歩行スタンス・ストライドなどの間に相関関係を見出し、これをもとに歩行スタンス・歩行ストライド・歩行速度・座立変換、の4指標におけるアルゴリズムを構築し得た。また、人間の重心における動きをウェアラブルセンサの出力により追従できることを、重心動揺計との出力値とを比較することによりあらかじめ確認した。

(考察、結論)

本研究開発において加速度センサを内蔵する小型のウェアラブルセンサを用いた歩行評価技術を開発した。本行動評価技術を検証するためにリハビリテーション現場において実験を行い、歩行スタンス、歩行速度等について運動機能の回復度との相関性を確認し、リハビリテーション治療成績の定量化において有効であることを実証した。

研究2. ウェアラブルセンサを用いた重心動揺検査の精度と有用性

(方法) 42名(平均46歳)の変形性股関節症の患者に対し、このセンサと重心動揺計を同時に使い、30秒の閉眼立位検査を行うことにより、このセンサの精度検証を行った。

(結果) 閉眼立位検査の結果は、単位軌跡長が重心動揺計では2.98cm/sec、本システムでは2.88cm/secとなり相関係数は0.76であり、精度は良好であった。歩行データでは、術後日数が経過するにしたがって、歩行スタンス幅の減少、歩行速度の上昇、左右支持率の均等化が認められ、治療効果が定量的に評価できた。

(考察) 我々が開発したポータブル動作解析機は、従来の重心動揺計と同等の精度を持っていることが示された。本システムは、ポータブルであるため、検査室以外での計測も可能であり、今回は病棟の廊下で行った。更に階段昇降など様々な条件下での計測が可能であり、リハビリテーションの定量的な効果判定に有用であると考えている。

(結論) 加速度センサを内蔵する小型のウェアラブルセンサは、十分な精度があり、人工股関節置換術後の運動機能回復の定量的測定法として有用であることが示された。

研究3. ポータブル動作解析機のTHA術後リハビリテーションでの使用経験

【方法及び症例】動作解析機はノート型PCと腰部装着型の無線による通信機能を有する3軸の加速度センサで構成されている。12名(平均63歳)のTHA後の患者を病棟の廊下で約10m自由歩行させ、平行棒歩行・松葉杖歩行・ステッキ歩行へと術後移動方法の進行の段階毎に歩行速度、左右支持率を測

定した。

【結果】歩行データでは、歩行速度が平行棒歩行では 0.39 ± 0.31 m/s、松葉杖歩行では 0.68 ± 0.17 m/s、ステッキ歩行では 0.79 ± 0.13 m/sと段階が進む毎に歩行速度は速くなった。また、左右支持率も徐々に均等化し、患側への荷重が増えていくことが定量的に評価できた。

【考察】我々が開発したポータブル動作解析機は、場所を選ばず簡便に測定が行えるものである。今回の結果から、THA後のリハビリテーションの進行によって歩行速度や左右支持率が変化することが分かった。今後データを蓄積することにより歩行解析の結果がリハビリテーションの進行の目安になる可能性が示唆された。

【結語】加速度センサーを内蔵するポータブル動作解析機による歩行解析の結果、THA後の移動能力の回復に伴って歩行速度の上昇と左右支持率の均等化が認められた。

研究4. 人工股関節術後患者の早期回復を可能とする要因は？

(方法) 入院中において筋力測定を術前および術後において毎日実施した。測定は股関節外転および伸展の等尺性筋力をJTECH社製Power Track IIにて行った。筋力は術前値の80%で回復とみなした。退院後は2週後、3ヶ月後、6ヶ月後の外来診察時に同測定を実施した。独歩可能日と筋力の回復、術前の筋力状態、罹病期間等の術後回復に影響を与えると予測される要因との関係を調査した。

(結果)

- 1、筋力的変化は、外転13例(平均12.7日)、伸展8例(平均20.4日)が術後14日以内で術前の80%程度の状態にまで回復が見られた。

- 2、独歩可能日(平均11.9日)と筋力回復日との関係は、伸展($r = .53$)外転($r = .41$)とやや相関を認めた。

- 3、伸展の筋力回復日に関連する要因との関係は、BMI($r = .72$)体重($r = .69$)であり強い相関を認めた。

- 4、外転の筋力回復日に関連する要因との関係は、年齢($r = .44$)疼痛初発年齢($r = .28$)で年齢にのみやや相関を認めた。

(考察、結論)

筋力変化において多くの症例が術後2週前後で術前値の80%程度まで回復を認め、その後数ヶ月にわたり徐々に増強する傾向を認めた。現在の術後プログラムは3週間で退院の設定であるが、退院時においては術前の筋力程度までほぼ回復しているといえる。今回の結果が示すようにBMI・体重といった身体要因が術後伸展筋力の回復を妨げ、加齢に伴い術後外転筋の回復が遅くなるということから、術後のみならず術前からの減量や筋力維持を目的とした運動の実施、そして適切な退院後のホームエクササイズ指導の必要性があるといえる。

研究5. 加速度計を用いた変形性股関節症患者の歩行評価

(方法) 本装置を健常者8名および変股症患者15名に固定し10m歩行させ得られた前後方向、左右方向、上下方向の各加速度波形を高速フーリエ変換し、0~5Hzの低周波領域と5~20Hzの高周波領域におけるそれぞれのスペクトラム総和を比較した。

(結果、考察) 変股症患者のスペクトラム総和は低周波領域、高周波領域ともに健常

女性と比べて左右方向と前後方向で有意に大きかった ($P < 0.05$)。上下方向に関して有意差は認めなかった。前後方向および左右方向の加速度波形を高速フーリエ変換して、スペクトラム総和を求める解析方法は、加速度計を用いた変股症患者の歩行動揺の評価として有用性があるといえる。

研究6. 加速度計のスペクトラム値の総和を用いた人工股関節患者の歩行評価

(方法) 本装置を装着させ、THA患者22名で術前後経時的にデータ収集を行った10m歩行させ得られた前後方向、左右方向、上下方向の各加速度波形を高速フーリエ変換し、0~5Hzの低周波領域と5~20Hzの高周波領域におけるそれぞれのスペクトラム総和を比較した。

(結果、考察) %スペクトラム値は独歩では杖歩行に比べて前後方向で有意に大きく ($p < 0.05$)、左右・上下方向も大きい傾向を示した。各指標は股関節外転筋力1.11N/kg、回復率69%、伸展筋力1.25N/kg、回復率77%、疼痛2.8であった。2. 大殿筋筋力と左右、前後、上下方向の%スペクトラム値の間に相関する傾向が認められた。また、BMI、年齢と左右、前後、上下方向の%スペクトラム値との間にも相関する傾向が認められた。杖歩行では独歩に比べて各方向の%スペクトラム値の減少が顕著であり、杖の使用による歩行動揺の軽減を客観的に示す事ができた。加速度波形に与える影響因子として、股関節伸展筋力、BMI、年齢が認められ、今回用いた各指標が歩行自立判定基準となる事が確認できた。

研究7. 加速度計のRoot Mean Square値を用いた人工股関節患者の歩行評価
片側罹患あるいは両側罹患であるが、反体

側に股関節痛がない人工股関節患者の女性22人(平均56.8歳)に本システムを装着させ、10mの自由歩行を行い、左右、前後、上下方向の加速度のRoot Mean Square値を算出し術前の値に対する比率(%)を算出し経時的な変化を記録した。同時に、%スペクトラム値(研究6.参照)、年齢、BMI、疼痛スコア(100点満点)、外転筋力、伸展筋力を測定した。

(結果、考察) 歩行器自立、一本杖自立、独歩自立にもっとも大きい影響を与えていた因子は左右、前後、上下方向の加速度のRoot Mean Square値と年齢であった。左右、前後、上下方向の全てがRoot Mean Square値の術前比率の値が、その平均値+SD値を下回ったところでリハビリ段階を引き上げるとすると、約90%の患者が当てはまることがわかった。また、もっともリハビリ後の動揺性に影響を与えている因子は年齢であることがわかった。

研究8. 加速度計のRoot Mean Square値を指標とした人工股関節患者リハビリメニューの有用性

(方法) 人工股関節患者15名に対し、研究3で得られたデータより歩行器、杖、自由歩行自立の各時点でのRMS値+SD値を下回ったところでリハビリを次の段階へすすめるという個別メニューでリハビリを行った。

(結果、考察) 退院可能と思われる一歩杖での100歩行の自立は平均 9.2 ± 4.6 日(3~17)と従来のパスの目標である21日よりも大幅な短縮が可能であった。その一方で高齢者では、パスメニューに遅れを生じる例も観察され画一的にクリニカルパスによるリハビリを行うことの問題点があると思われる

た。

全体的結論；体に装着することができ、歩行時にまったく制限を加えないため病室でも計測が可能なウェアラブル重心動揺測定装置を用いて歩行評価を行うことを考案し、術後人工関節リハビリテーションプログラムに応用する研究を行った。まず、従来ある重心動揺計にてその精度評価を行い、従来の重心動揺計と同等の精度を持っていることが示された。その結果をふまえ、臨床応用し、変股症および人工関節後患者における歩行動揺性評価の有用性を確認した。その結果、人工股関節術後患者を経験に基づいた主観的評価ではなく、歩行のなめらかさや、動揺性を客観的に評価することが可能であり、特に加速度のRoot mean square値は術後リハビリ自立の指標になることが示された。現在、加速度のRoot mean square値に基づいたリハビリメニューを実践評価したところ、大幅な退院可能になる日数が短縮できた。今後の展開としては、THA患者のみならずその他の疾患の評価に本装置を応用していきたいと考えている。

【倫理面への配慮】 これらの研究遂行にあたっては、ヘルシンキ宣言を遵守し、対象者の人権を尊重している。特に研究に協力を依頼する患者には研究の目的および研究の発展によってもたらされる利益、患者に求められる不利益、さらに研究への協力を拒否しても不利益がないことなどについて、十分にインフォームドコンセントを得ることを徹底している。患者の個人情報の管理を徹底して、プライバシーの保護に配慮している。

【健康危険情報】

なし

研究発表

〔禊史明〕

学会発表

TKAにおけるSurgical Epicondylar Axisの正確性 Image Free Navigation Systemを使用した計測

上村卓也, 小林章郎, 岩城啓好, 禊史明, 洲鎌亮, 岩切健太郎, 大田陽一, 高岡邦夫
日本整形外科学会雑誌79巻3号 PageS108(2005.03)

人工膝関節置換術における骨切りの正確性について Navigation Systemを利用した術中計測

小林章郎, 岩城啓好, 禊史明, 洲鎌亮, 岩切健太郎, 太田陽一, 高岡邦夫
日本整形外科学会雑誌79巻3号 PageS107(2005.03)

Highly Cross-linked PEを用いたWell-functioning THA患者のPE摩耗粉分析

洲鎌亮, 岩城啓好, 箕田行秀, 禊史明, 小林章郎, 高岡邦夫
日本整形外科学会雑誌79巻8号 PageS933(2005.08)

ゆるみを生じたHylamerソケットにおけるポリエチレン摩耗粉の定量的解析

岩切健太郎, 岩城啓好, 小林章郎, 禊史明, 洲鎌亮, 大田陽一, 高岡邦夫, 箕田行秀
日本整形外科学会雑誌79巻4号 PageS424(2005.04)

Well-functioning THAにおける関節液中のHighly Cross-link PEの摩耗粉分析

洲鎌亮, 岩城啓好, 小林章郎, 禊史明, 多田昌弘, 岩切健太郎, 大田陽一, 高岡邦夫, 箕田行秀
日本整形外科学会雑誌79巻4号 PageS423(2005.04)

人工股関節手術における側臥位の骨盤傾斜に与える影響

高浩範, 岩城啓好, 小林章郎, 禊史明, 高

岡邦夫
中部日本整形外科災害外科学会雑誌48巻春
季学会号 Page92(2005. 04)

高度骨欠損を有するTKAに対し、3次元造型
モデルによる術前計画が有用であった1例
渭川徹秀, 岩城啓好, 小林章郎, 禰史明,
高岡邦夫
中部日本整形外科災害外科学会雑誌49巻6
号 P1149-1150(2006. 11)

臨床使用を目的としたテイコプラニン含有
骨セメントの基礎的研究 バンコマイシン
との比較
禰史明, 小林章郎, 岩城啓好, 橋本祐介,
岩切健太郎, 大田陽一, 高岡邦夫, 田村隆,
田邊裕治, 堤武彦
日本骨・関節感染症学会プログラム・抄録
集29回 P60(2006. 06)

Patellar Clunk Syndromeの発生要因につ
いての検討
福永健治, 小林章郎, 間中智哉, 洲鎌亮,
岩城啓好, 門口竜司, 岩切健太郎, 大田陽
一, 禰史明, 高岡邦夫
日本整形外科学会雑誌80巻4号 PS477(2006.
04)

人工股関節におけるナビゲーション(NAVI)
を用いた臼蓋カップ設置角度の検討
禰史明, 岩城啓好, 小林章郎, 岩切健太郎,
大田陽一, 高岡邦夫
日本整形外科学会雑誌80巻4号 PS466(2006.
04)

高齢女性の下肢アライメントの検討
洲鎌亮, 小林章郎, 箕田行秀, 岩城啓好,
禰史明, 多田昌弘, 岩切健太郎, 大田陽一,
中川滋, 格谷義徳, 高岡邦夫
Source: 日本整形外科学会雑誌80巻3号 PS
97(2006. 03)

雑誌
臨床使用を目的としたテイコプラニン含有
骨セメントの基礎的研究 バンコマイシン
との比較
禰史明, 小林章郎, 岩城啓好, 岩切健太郎,
高岡邦夫, 田村隆, 田邊裕治, 堤武彦

日本骨・関節感染症学会雑誌20巻 P97-100
(2006. 11)

ナビゲーションTHA CT-based Measuremen
t Systemを用いてのTHA術後カップ設置角
の検討
禰史明, 岩城啓好, 小林章郎, 岩切健太郎,
大田陽一, 福永健治, 渭川徹秀, 高岡邦
夫, 大橋弘嗣
日本人工関節学会誌36巻 P314-315(2006. 1
2)

TKA TKA後のPatellar clunk syndromeの
発生要因
福永健治, 小林章郎, 間中智哉, 洲鎌亮,
岩城啓好, 岩切健太郎, 大田陽一, 禰史明,
高岡邦夫
日本人工関節学会誌36巻 P268-269(2006. 1
2)

高齢女性において下肢Mechanical Axisは
どこを通過するか
洲鎌亮, 小林章郎, 箕田行秀, 岩城啓好,
禰史明, 多田昌弘, 岩切健太郎, 大田陽一,
高岡邦夫, 中川滋, 格谷義徳
日本人工関節学会誌36巻 P264-265(2006. 1
2)

CT-free Fluoro-based Navigation System
を用いたTHAにおける臼蓋カップ設置角度
の検討
禰史明, 岩城啓好, 小林章郎, 岩切健太郎,
大田陽一, 福永健治, 渭川徹秀, 高岡邦
夫, 大橋弘嗣
日本人工関節学会誌36巻 P250-251(2006. 1
2)

Well-functioning THA患者におけるHighly
cross-linked PE摩耗粉の特徴
洲鎌亮, 岩城啓好, 小林章郎, 禰史明, 多
田昌弘, 岩切健太郎, 高岡邦夫
Hip Joint(0389-3634)32巻 P509-512(2006.
10)

[岩城啓好]
解説
特発性大腿骨頭壊死の診断と治療のガイド
ライン

岩城啓好, 高岡邦夫
リウマチ科36巻2号 P226-233(2006.08)

書籍

一過性大腿骨頭萎縮症、化膿性股関節炎、結核性股関節炎

岩城啓好、高岡邦夫

整形外科 Knack & Pitfalls 股関節外科の
要点と盲点 スタンダード編 II-6
p80-2 文光堂 2005

セラミックオンセラミック人工股関節 整形
外科 Knack & Pitfalls 股関節外科の要点と
盲点

岩城啓好、高岡邦夫

応用編 III-6 p270-1 文光堂 2005

雑誌

Minoda Y. Kobayashi A. Iwaki H. Miyaguchi
M. Kadoya Y. Ohashi H. Takaoka K.

Polyethylene wear particle generation in vivo in
an alumina medial pivot total knee prosthesis.
Biomaterials. 26(30):6034-40, 2005 Oct.

【画像から痛みを撮る】 人工関節の使用
による異所性骨化
岩城啓好, 高岡邦夫
痛みと臨床5巻3号 Page248-254(2005.06)

股関節疾患患者の手術治療後の職場復帰に
ついて アンケート調査による検討
津田晃佑, 萩尾佳介, 中川滋, 岩城啓好,
格谷義徳, 大澤傑, 鍵山博士, 西塔進
大阪労災病院医学雑誌28巻1~2号 Page12-
16(2005.01)

骨盤傾斜と股関節症 THA術前・後での骨盤
傾斜の変化とこれに関与する要因について
洲鎌亮, 岩城啓好, 岩切健太郎, 高岡邦夫,
大橋弘嗣
Hip Joint31巻 Page216-219(2005.10)

TKA後のPatellar clunk syndromeの発生要
因

福永健治, 小林章郎, 間中智哉, 洲鎌亮,
岩城啓好, 岩切健太郎, 大田陽一, 袴史明,
高岡邦夫

Source: 日本人工関節学会誌36巻 P268-26
9(2006.12)

RisedronateによりTHA後の大腿骨骨量減少
は抑制されるか

渭川徹秀, 岩城啓好, 大橋弘嗣, 小池達也,
高岡邦夫

日本人工関節学会誌36巻 P126-127(2006.1
2)

3DテンプレティングシステムHip-opの有
用性の検討

間中智哉, 岩城啓好, 小林章郎, 高岡邦夫
Source: 日本人工関節学会誌36巻 P100-10
1(2006.12)

人工股関節置換術後患者における立ち上が
り動作時床反力の経時的変化

今久保伸二, 中土保, 村西壽祥, 岩城啓好,
高岡邦夫

日本臨床バイオメカニクス学会誌27巻 P34
3-346(2006.10)

人工関節の術前計画における3Dテンプレ
ティングシステムHip-opの有用性に関する
検討

間中智哉, 岩城啓好, 小林章郎, 高岡邦夫
Source: Hip Joint32巻 P456-459(2006.10)

人工股関節術後患者の早期回復を可能とす
る要因は?

今久保伸二, 中土保, 村西壽洋, 岩城啓好,
高岡邦夫

Hip Joint32巻Suppl. P97-100(2006.10)

人工股関節再置換術における臼蓋側骨欠損
に対する対策

大橋弘嗣, 松浦正典, 榎原恒之, 高浩範,
岩城啓好, 高岡邦夫

中部日本整形外科災害外科学会雑誌49巻4
号 P649-650(2006.07)

学会発表

人工股関節置換術後患者における立ち上がり動作時床反力の経時的変化

今久保伸二、中土 保、村西壽祥、岩城啓好、高岡邦夫

第32回日本臨床バイオメカニクス学会 2005-10

人工股関節術後患者の早期回復を可能とする要因は？

今久保伸二、中土 保、村西壽祥、岩城啓好、高岡邦夫

第30回股関節学会 (2005-11)

3次元造型モデルを用いて人工股関節再置換術を行った1症例

仲哲史、洲鎌亮、岩城啓好、米田昌弘、岩切健太郎、大田陽一、小林章郎、高岡邦夫
中部日本整形外科学会雑誌48巻1号 Page193-194(2005. 01)

高齢女性のSagittal Planeにおける下肢Mechanical Axisの検討

洲鎌亮、小林章郎、箕田行秀、岩切健太郎、岩城啓好、高岡邦夫

日本整形外科学会雑誌79巻8号 PageS936(2005. 08)

オールポリエチレンカップにおけるクロスリンク加工は有効であるか？ Prospective Randomized Trialでの検討

大田陽一、岩城啓好、小林章郎、洲鎌亮、岩切健太郎、高岡邦夫、大橋弘嗣

日本整形外科学会雑誌79巻4号 PageS421(2005. 04)

人工股関節手術における側臥位の骨盤傾斜に与える影響

高浩範、岩城啓好、小林章郎、禰史明、高岡邦夫

中部日本整形外科学会雑誌48巻春季学会号 Page92(2005. 04)

THA術前プランニングにおける3Dテンプレートニングの有用性

間中智哉、岩城啓好、小林章郎、高岡邦夫
第30回股関節学会 (2005-11)

臼蓋部骨欠損に補填を要した人工股関節再置換術の成績

岩切健太郎、岩城啓好、小林章郎、禰史明、洲鎌亮、大田陽一、大橋弘嗣、高岡邦夫
第30回股関節学会

ステロイド誘発特発性大腿骨頭壊死症の発生素因 家兎での高脂血症治療薬予防投与

とステロイド誘発骨壊死発生との相関
岩切健太郎、金城養典、政田俊明、岩城啓好、高岡邦夫

日本整形外科学会雑誌80巻8号 PS1023(2006. 08)

ステロイド代謝能の個体差と骨壊死

金城養典、小田裕、岩切健太郎、政田俊明、岩城啓好、高岡邦夫

日本整形外科学会雑誌80巻8号 PS893(2006. 08)

全人工膝関節置換術における大腿骨前方皮質Notching ナビゲーションシステムでの検討

箕田行秀、小林章郎、岩城啓好、格谷義徳、洲鎌亮、岩切健太郎、高岡邦夫

日本整形外科学会雑誌80巻4号 PS482(2006. 04)

肝薬物代謝酵素(CYP3A)活性低下はステロイド性大腿骨頭壊死症発生の主要な原因である

金城養典、小田裕、岩切健太郎、政田俊明、岩城啓好、廣田良夫、高岡邦夫

日本整形外科学会雑誌80巻3号 PS89(2006. 03)

加速度計を用いた人工股関節置換術後患者における段差降下動作の評価の検討

加藤良一、今久保伸二、赤松波子、中土保、岩城啓好

理学療法学33巻Suppl. 2 P327(2006. 04)

人工股関節再置換術における臼蓋側骨欠損
に対する対策

大橋弘嗣, 松浦正典, 榎原恒之, 高浩範,
岩城啓好, 高岡邦夫
中部日本整形外科災害外科学会雑誌49巻春
季学会 P25 (2006. 03)

[小林章郎]

雑誌

コンピュータナビゲーションを用いた人工
膝関節置換術 整形外科最新技術—手技の
ポイントとコツ OS Now27 p100-6 2005

Sugama R. Kadoya Y. Kobayashi A. Takao
ka K. Preparation of the flexion gap affects
the extension gap in total knee arthroplasty.
Journal of Arthroplasty. 20(5):602-7, 2005

Matsui Y. Kadoya Y. Uehara K. Kobayashi
A. Takaoka K. Rotational deformity in var
us osteoarthritis of the knee: analysis with
computed tomography. Clinical Orthopaedics
& Related Research. (433):147-51, 2005

【スポーツ医学の最近の話題と展望】 身体
障害者のスポーツ 冬季競技
大久保衛, 小林章郎
関節外科25巻10月増刊 P195-202 (2006. 10)

Alumina製Medial Pivot型人工膝関節

小林章郎(大阪市立大学 整形), 格谷義徳,
箕田行秀, 岩切健太郎, 岩城啓好, 大田
陽一, 徳原善雄, 禰史明, 橋本祐介, 高岡
邦夫
日本リウマチ・関節外科学会雑誌25巻3号
P322 (2006. 10)

人工膝関節の進歩とバイオメカニクス 人
工膝関節置換術におけるSagittal Planeで
の至適コンポーネント設置位置について
小林章郎, 箕田行秀, 洲鎌亮, 岩城啓好,
岩切健太郎, 大田陽一, 禰史明, 格谷義徳,
高岡邦夫
日本整形外科学会雑誌80巻3号 PS62 (2006.
03)

[中土保]

雑誌

Nakatsuchi T. Otani M. Osugi H. Ito Y. K
oike T. The necessity of chest physical ther
apy for thoracoscopic oesophagectomy. Jour
nal of International Medical Research. 33
(4):434-41, 2005

Ito Y. Sakai T. Tomo H. Nakao Y. Inui K.
Koike T. Nakatsuchi T. Takaoka K. Comp
uterized assessment of Bankart lesions under
tension with magnetic resonance arthrograp
hy. Journal of Shoulder & Elbow Surgery.
14(3):247-51, 2005

特集 高齢者の転倒骨折予防 転倒予防の
ための住環境

中土保

Geriatric Medicine Vo.44 No.2 2006-2

高齢女性の転倒と重心動揺を含めた運動機
能との関連について

中土保, 村西壽祥, 松下直史, 高岡邦夫
日本臨床バイオメカニクス学会誌26巻 Pag
e419-424 (2005. 10)

ポータブル動作解析機の人工股関節置換術
前後の機能訓練への応用

松下直史, 大橋弘嗣, 今久保伸治, 中土保,
井上茂之, 田中真司, 山本浩司, 高岡邦
夫
日本臨床バイオメカニクス学会誌26巻 Pag
e431-436 (2005. 10)

ポータブル動作解析機のTHA術後リハビリ
テーションでの使用経験

松下直史, 大橋弘嗣, 今久保伸治, 中土保,
高岡邦夫, 井上茂之, 田中真司, 山本浩司
Hip Joint31巻 Page486-489 (2005. 10)

脳血管障害片麻痺患者における肩関節麻痺
性亜脱臼の病態(筋電図学的検討)

島津晃, 中村幹男, 久保井広志, 吉川智加
男, 八木敬子, 中土保
大阪医学40巻1号 P5-10 (2006. 07)

学会発表

胃瘻管理におけるPEG造影検査の有用性

ピットフォールとその対策
小西英樹, 橋本務, 島田永和, 中土保
リハビリテーション医学42巻11号 Page795
(2005. 11)

視覚探索課題において計算による干渉が注意機能に与える影響について D-CATを用いた正常人の注意機能評価
小西英樹, 橋本務, 島田永和, 中土保
リハビリテーション医学42巻11号 Page792
(2005. 11)

食道癌根治術における呼吸訓練プログラムの検討
大谷真由美, 中土保, 大杉治司
理学療法学32巻Suppl. 2号 Page337 (2005. 04)

食道癌術後患者における反回神経麻痺と嚥下障害との関係
林久子, 三好隆志, 滝口准, 中土保
作業療法24巻特別号 Page274 (2005. 05)

ウェアラブルセンサーの人工股関節置換術後リハビリテーションへの応用
松下直史, 大橋弘嗣, 中土保
リハビリテーション医学42巻Suppl. 号 PageS285 (2005. 05)

高齢女性の運動機能と体操指導の関連について
中土保, 松下直史, 伊藤陽一, 小池達也
リハビリテーション医学42巻Suppl. 号 PageS180 (2005. 05)

脊髄損傷者の車椅子スポーツ参加は下肢の骨塩量低下に予防的に作用する
松下直史, 中土保, 大澤傑, 高岡邦夫, 小池達也
日本整形外科学会雑誌79巻4号 PageS501 (2005. 04)

【知的財産権の出願・登録状況】

なし

研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
中土保	特集 高齢者の転倒 骨折予防 転倒予防 のための住環境	Geriatric Medicine	Vo.44 No.2	195-199	2006
中土保, 村西壽 祥, 松下直史, 高岡邦夫	高齢女性の転倒と重 心動揺を含めた運動 機能との関連につい て	日本臨床バイオ メカニクス学会 誌	26巻	419-424	2005
松下直史, 大橋 弘嗣, 今久保伸 治, 中土保, 井 上茂之, 田中真 司, 山本浩司, 高岡邦夫	ポータブル動作解析 機の人工股関節置換 術前後の機能訓練へ の応用	日本臨床バイ オメカニクス 学会誌	26巻	431-436	2005
松下直史, 大橋 弘嗣, 今久保伸 治, 中土保, 高 岡邦夫, 井上茂 之, 田中真司, 山本浩司	ポータブル動作解析 機のTHA術後リハビ リテーションでの使 用経験	Hip Joint	31巻	486-489	2005
今久保伸二、中 土保、村西嘉祥、 岩城啓好、高岡 邦夫	人工股関節置換術後 患者における立ち上 がり動作時床反力の 経時的変化	日本臨床バイ オメカニクス 誌	Vo. 27 No. 2	343-346	2006
今久保伸治, 中 土保, 村西嘉 祥、岩城啓好、 高岡邦夫	人工股関節患者の早 期回復を可能とする 要因は？	Hip Joint	32巻	97-100	2006

転倒予防のための住環境

中土 保*

KEY WORD

高齢者
転倒予防
住環境
環境整備
住宅改修

POINT

- 高齢者の転倒予防には住環境を整備することが重要である。
- 住環境整備には整理整頓などの簡単なことから段階的に進める。
- すべてをバリアフリーにすることが望ましいわけではなく、個々の身体活動状況に適した環境を考える必要がある。

0387-1088/06/V500/論文/JCLS

はじめに

高齢者の転倒は社会的に大きな問題であり、様々な対策が講じられているにもかかわらず、転倒に起因する骨折の件数は年々増加しつつある。転倒の原因としては高齢者本人の運動機能などの内的因子や、生活環境などの外的因子が考えられるが、ここでは住環境から転倒予防を考えてみたい。

高齢者に対する調査結果

平成13年に内閣府より報告された「高齢者の住宅と生活環境に関する意識調査」¹⁾によると、60歳以上の男女で1年以内に転倒の経験のある人は、自宅内では12.4%、屋外では11.4%と自宅内の方が多かった。屋内での転倒場所では居間・茶の間・リビング(15.2%)、玄関・ホール・ポーチ(14.5%)、階段(9.8%)の順に多く、続いて廊下(8.7%)であり、寝室(5.8%)、

浴室(4.3%)、トイレ(2.5%)は比較的少ない結果となっていた。また、転倒によるけがの状況は、「けがはなかった」のは31.9%で、それ以外の約70%の人が何らかのけがを負っていた。

また、現在住んでいる住宅については、約半数で何らかの問題を抱えており、特に単身の高齢者においてその割合が高くなった。なかでも「構造や造りが高齢者には使いにくい」(13.2%)、「台所、トイレ、浴室などが使いにくい」(10.8%)となっており、単身者以外の生活形態に比べて高くなっていた。

将来改造したい構造・設備としては、「手すりを設置したい」(20.9%)、「住宅内の床の段差をなくしたい」(19.6%)、「浴槽を入りやすいものに取り替えたい」(11.0%)などの要望を抱えており、「特になし」としたのは54.1%であり、約半数近くで何らかの改造を希望していた。

われわれの施設でも、運動器に大きな疾患をもたない65歳以上の女性を集め、1年間の経過観察を行い、転倒についての記録を行ったところ²⁾、82名中29名(35.4%)に延べ66回の転倒を認めた。主に内科疾患で通院中の患者であ

*なかつち たもつ：大阪市立大学大学院医学研究科リハビリテーション部

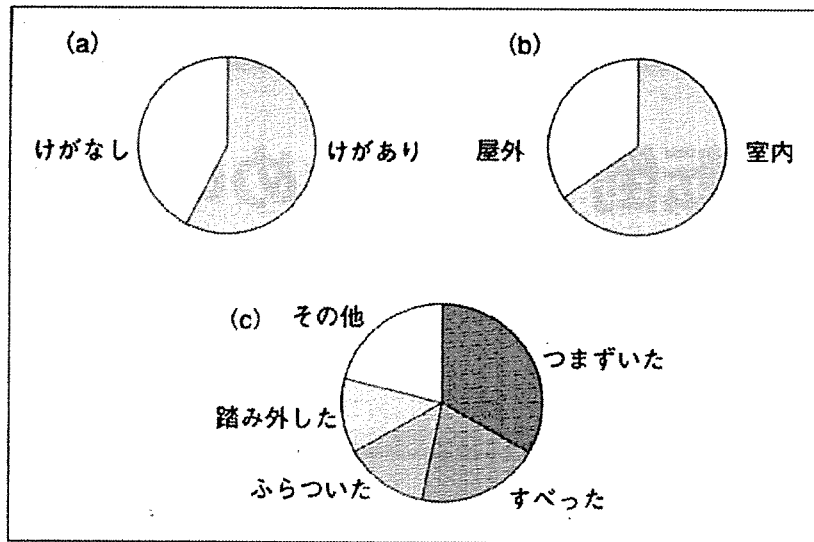


図1 大阪市立大学における高齢者の転倒調査結果
(a: けがの有無, b: 転倒場所, c: 転倒原因)

り、そのため一般高齢者よりも頻度が高くなったと考えられる。転倒場所としては室内43回、屋外23回でやはり室内が多く、何らかのけがの有無については、あり38回、なし28回であった。転倒の機序としては、やはりつまずくことにより発生することが最も多かった(図1)。

これらの結果より、高齢者の転倒に関しては住環境がいかに重要であるかがわかる。

■ 転倒の起こりやすい住環境

それでは、高齢者にとって転倒の起こりやすい、危険な住環境とはいかなるものであろうか。

そもそも、日本古来の住宅の特徴として、履物を脱いで家に上がることや湿潤な環境でも快適に過せるよう地盤面から床が上がっていることを筆頭に、各部屋と廊下の間にも段差があること、やはり水の流れを考慮してトイレ、炊事場などにも段差をつけてあることなど、いわゆるバリアが家中に多数存在する。

野久尾は、転倒の物理的環境要因として床材の滑り抵抗値に着目しており、同一平面で違う材料が隣り合っている部分を移動する際、滑り抵抗値の差が大きいほど転倒しやすいとしている。また、滑り抵抗値は0.45~0.7が最適値としている³⁾。

また、都会においては住宅面積が狭いために収納場所が確保できず、生活道具が溢れ返り、床、廊下のスペースを奪い、これらがバリアとなっている。また、土地が狭いために住宅が高層化する。最近の住宅であればエレベーターが装備されているが、古いものとなれば4、5階建てでありながら、狭い階段しかない住宅も存在する。

このような環境の中で日々生活を送る高齢者では、常に転倒の危険にさらされており、上記に述べたように何らかの改造を望むことは当然であろう。

それならば、いわゆるバリアフリーの住宅では転倒が起こらないかの問いに対する答えはノーである。あらゆるところに転倒の危険性は存在する。むしろ高齢者の転倒の結果起こる大腿骨頸部骨折は、老健施設などのバリアフリーが整備されている施設の方が多いとされている。高齢者の転倒予防のための住環境を考える上では、当然ながらそこに住む高齢者の運動機能などの内的因子も併せて考える必要があるのである。

■ 住環境のチェックポイント

住環境の改善を考える場合、まず出てくるの

表2 在宅高齢者の生活環境のチェックリスト(文献5より引用)

家の出入り口	浴室・トイレ
玄関・縁側が高い	浴室の床や浴槽の底が滑りやすい
床	浴室に手すりあり
家具が歩行の妨げになる	浴室の出入口に段差あり
じゅうたん・こたつ布団などが引っかかりやすい	トイレに手すりあり
歩く場所に新聞・座布団などがいつも置いてある	トイレの出入口に段差あり
歩く場所に電話線や電気のコードが引いてある	階段
床が滑りやすい	階段に物が置いてある
部屋に敷居・段差あり	階段が不安定
台所	階段に十分な明るさがとれる
台所の日常用品を高い位置に収納	階段の照明が切れている
安定した踏み台を使用	階段の上下で照明の操作ができる
寝室	階段に手すりあり
寝室の照明のスイッチが手の届く範囲にある	階段のじゅうたんが滑る・めくれる
寝室からトイレまで十分な明かりがとれる	

表1 住環境整備のための段階別チェックポイント(文献4より引用)

1. 注意力を高める。
2. 家の中を整理する。
3. コード類をまとめる。
4. 履物を変える。
5. カーペット・マットを除去する、もしくは滑り止めを敷き、四方を固定する。
6. 間接照明器具を置く。
7. 段差・階段に目印をつける。
8. 手すりをつける。
9. 段差をなくす。

工事なし

工事あり

は住宅改修であるが、これには資金、手間、時間がかかる。その前にどこまで改善すべきかをチェックする必要がある。

安田は、住環境整備に段階別チェックポイントを設けており、注意力を高めるという全く住環境に変化を加えない段階から、工事を行い段差をなくすまで9段階に分けている。まずは「模様替え」程度の簡単なものから始め、必要に応じて福祉用具の活用や住宅改修を行うべき

としている(表1)¹⁾。

また市川らは、アメリカ疾病予防センター(CDC)の全国事故防止センター(NCIPC)が開発した“Check for Safety—A home fall prevention checklist for older adults”を基に、生活環境についてのチェックリストを作成している(表2)。これを用いた調査の結果、転倒経験者と非経験者を比較したところ、転倒経験者に多くみられた生活環境は、①じゅうたんやこたつ布団などが引っかかりやすい、②家具が歩行の妨げになる、③玄関や縁側が高い、④浴室の床や浴槽の底が滑りやすいことで、転倒経験者に約3倍多くみられていた²⁾。このあたりの改善が、転倒予防のポイントとなりそうである。

住環境の改善方法

それでは、具体的に転倒を予防できる住環境造りはどのように進めていけばいいだろうか。

鈴木らは、高齢者の生活の場における転倒の好発部位のアセスメントと改善方法を、①完全二足歩行の高齢者、②杖使用・伝い歩きの高齢者、③車いす使用の高齢者、と3つの移動形態

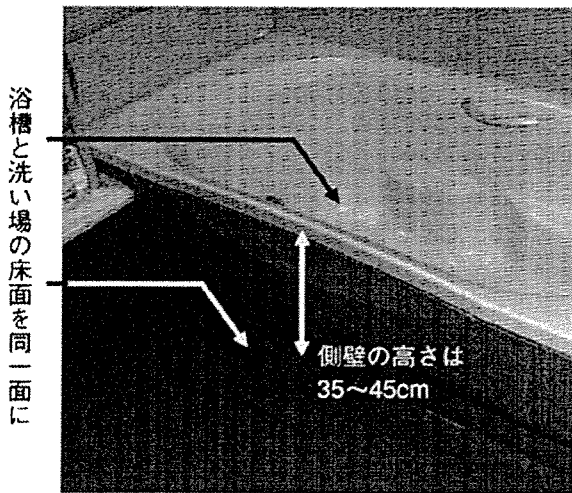


図2 浴室

別にまとめている⁹⁾。ここでは、これを参考に具体的な改善方法を並べてみる。

1. 完全二足歩行の高齢者に対して

居間・寝室においては、つまずきを防ぐために電気コードなどの足元の整理、敷居や畳の端の段差を解消するために補助台、スロープ、手すりなどの取り付けを行う。また家具の安定を行い、とっさに支えとなる場合も想定する。

廊下においてはやはり障害物と段差の解消が基本となるが、そのほかに照明の明るさや履物にも注目し、スリッパは避けてどうしても必要な場合は脱げにくい室内履きを勧めている。

玄関・庭先においては、まずは上がりかまちの段差に対して手すりの設置や段差の解消、照明の改善を行う。また、玄関マットも転倒の原因となりやすく、除去するか固定する。庭先で滑ることを避けるため、雨・雪を避けるためのひさしをつけることが望ましい。

浴室においては、まず浴槽と洗い場の床面の段差に着目し、同一面にある場合は身体が安定する。段差がある場合にはスノコなどを用いて解消する。手すりを設置すればさらに安定する。また浴槽からの立ち上がりを見ると、浴槽の側壁の高さは35~45cm程度が望ましい(図2)。浴室と脱衣所の間に段差がある場合は解消する。また、脱衣所の床面の滑りやすさにも注目する。

トイレにおいては夜間での使用も考え、トイ

レまでの移動経路の安全確保がまず重要である。和式のトイレは使いづらく洋式が望ましい。立ち上がりの際に使用できる手すりの設置が望ましい。

階段においては勾配が緩やかな30°程度が望ましい。両側に手すりを設置することが望ましいが、片側の場合には降りるときの利き手側に設置する。手すりの高さは大転子の位置が望ましい。また、階段の開始位置および終了位置から30cm以上手すりを延長した方が動作が安定する。

2. 杖使用・伝い歩きの高齢者に対して

居間・寝室においては杖、補助具、歩行器などを使用するため、段差の解消は二足歩行の高齢者よりも重要となり、またそれらを使用するスペースが必要となる。杖の場合には一般に肩幅+20~30cmとされている。また、杖の先ゴムや床の素材にも留意が必要である。

廊下においてはやはりわずかな段差でも転倒につながるため、解消する必要がある。また目に見える段差だけでなく、床の継ぎ目、床の素材が変化する場所にも注意する必要がある。手すりの設置があれば杖なしでも移動できるが、途切れないよう設置する必要がある。手すりの高さは一般的には75cmであるが、本人の身長、姿勢などを考慮して決める必要がある。

玄関・庭先においては段差が大きく、特に靴を着脱する際に転倒の危険性が高く、椅子を設置し、座って着脱できるようにする必要がある。また手すりの設置も必要であり、庭先で滑ることを避けるため、雨・雪を避けるためのひさしをつけることが望ましい。

浴室においては二足歩行の高齢者よりも危険性が高いため、浴槽と洗い場を同一面にし、手すりの設置が必要である。また浴室と脱衣所の間に段差がある場合は解消する。また、脱衣所の床面が滑らないようにする配慮が必要である。

トイレにおいては、やはりトイレまでの移動経路の安全性を確保することが第一である。入り口の段差の解消や、便器を洋式に替えることや、立ち上がりのための手すりを設置する必要