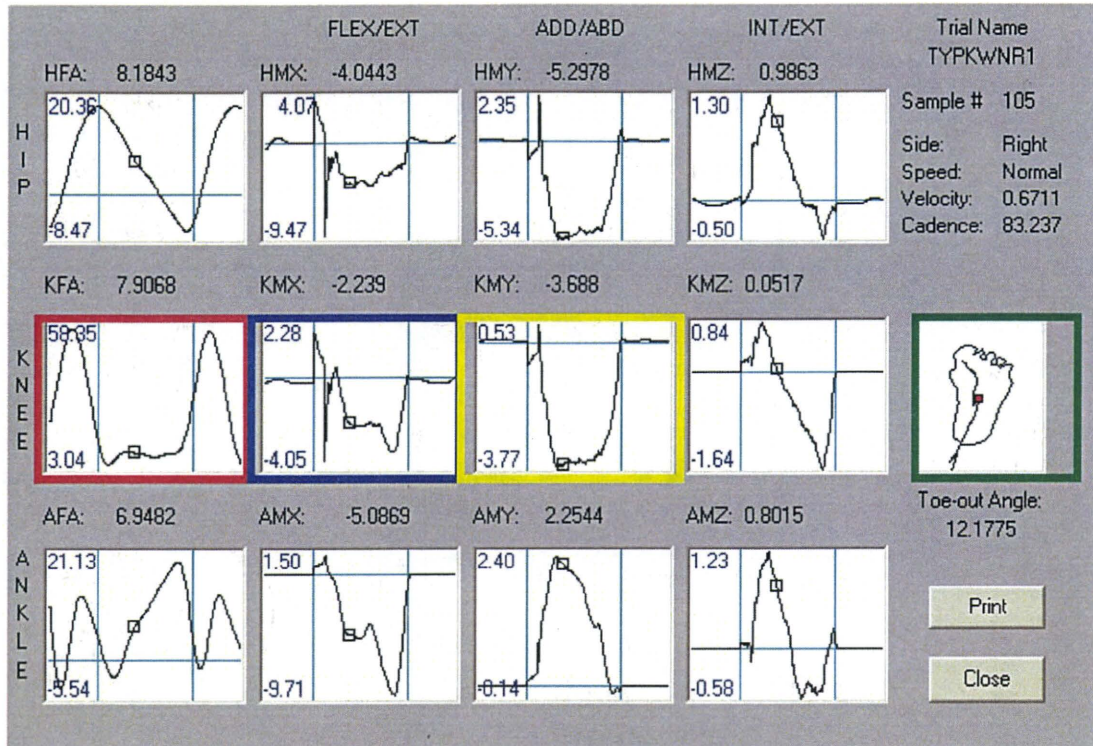


歩行解析レポート (計測日 ■■■年■■月■■日)

患者名 ■■■■■
性別 女 年齢 ■■■歳 ID N/A
計測結果—右



コメント

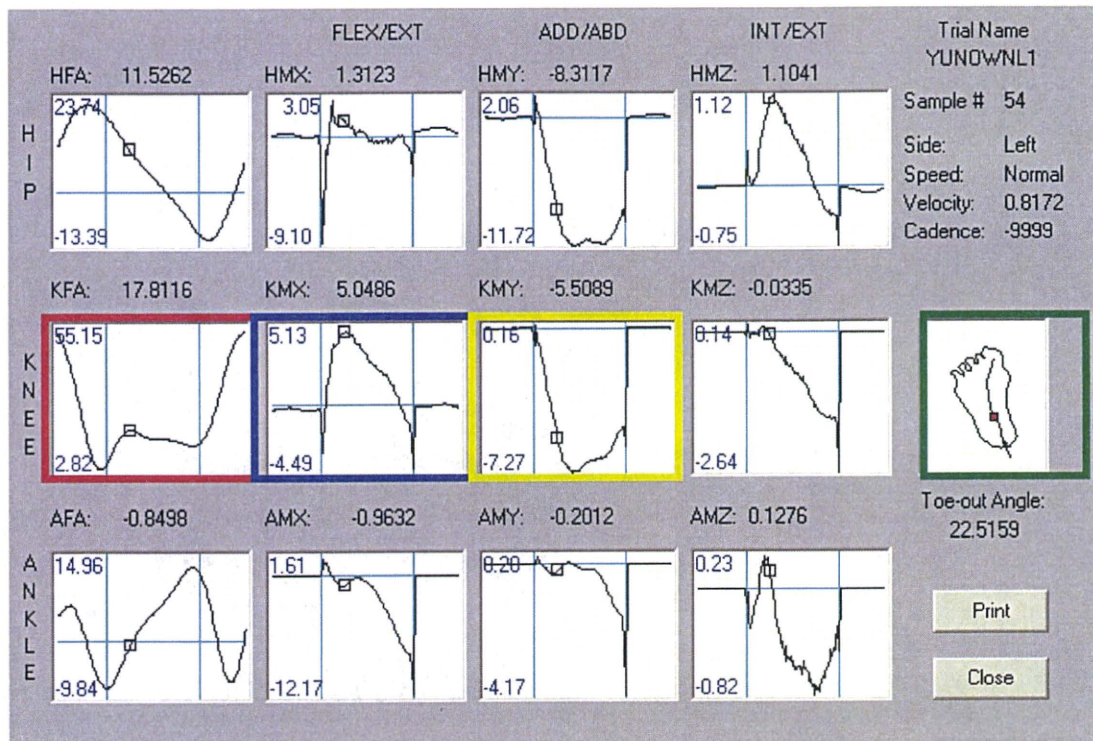
- ・ 膝運動パターン (赤) : 立脚初期の屈曲小さい
- ・ 膝屈曲モーメント (青) : 正常
- ・ 膝内反モーメント (黄) : 正常
- ・ つま先の向き (緑) : ほぼ正常
- ・ 歩行速度 : やや遅い

H20年7月、人工膝関節術後。

立脚初期の屈曲が小さい以外は、ほぼ正常な歩行パターンである。

歩行解析レポート (計測日 ■■■年■■月■■日)

患者名 ■■■■■
 性別 女 年齢 ■■■歳 ID N/A
 計測結果—左

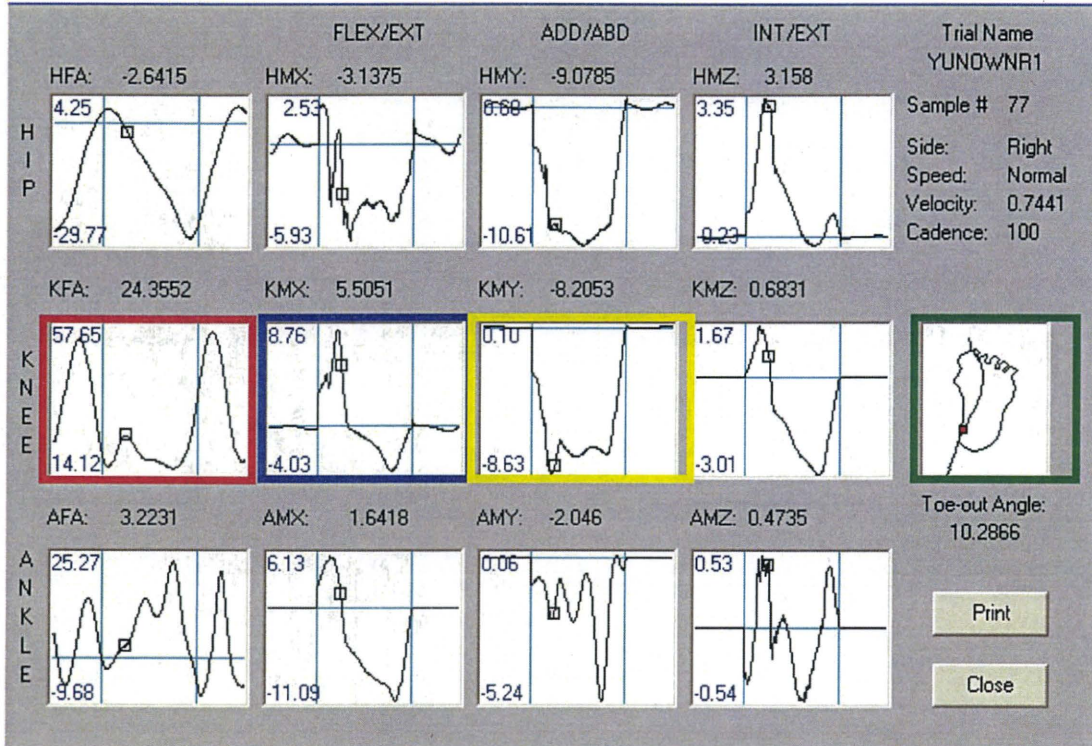


コメント

- ・ 膝運動パターン (赤) : ほぼ正常
- ・ 膝屈曲モーメント (青) : 伸展モーメントが小さい
- ・ 膝内反モーメント (黄) : 大きい
- ・ つま先の向き (緑) : 外向き
- ・ 歩行速度 : やや遅い

膝内反モーメントが大きく、膝関節内側に加わる負荷が大きくなっている。
 つま先を外向きに歩行しており、術後リハビリで注意が必要。

患者名 ■■■■■
 性別 女 年齢 ■■■ 歳 ID N/A
 計測結果一右



コメント

- ・ 膝運動パターン (赤) : 膝を屈曲して接地
- ・ 膝屈曲モーメント (青) : 屈曲モーメント大きい
- ・ 膝内反モーメント (黄) : 内反モーメントが大きい
- ・ つま先の向き (緑) : やや外向き
- ・ 歩行速度 : やや遅い

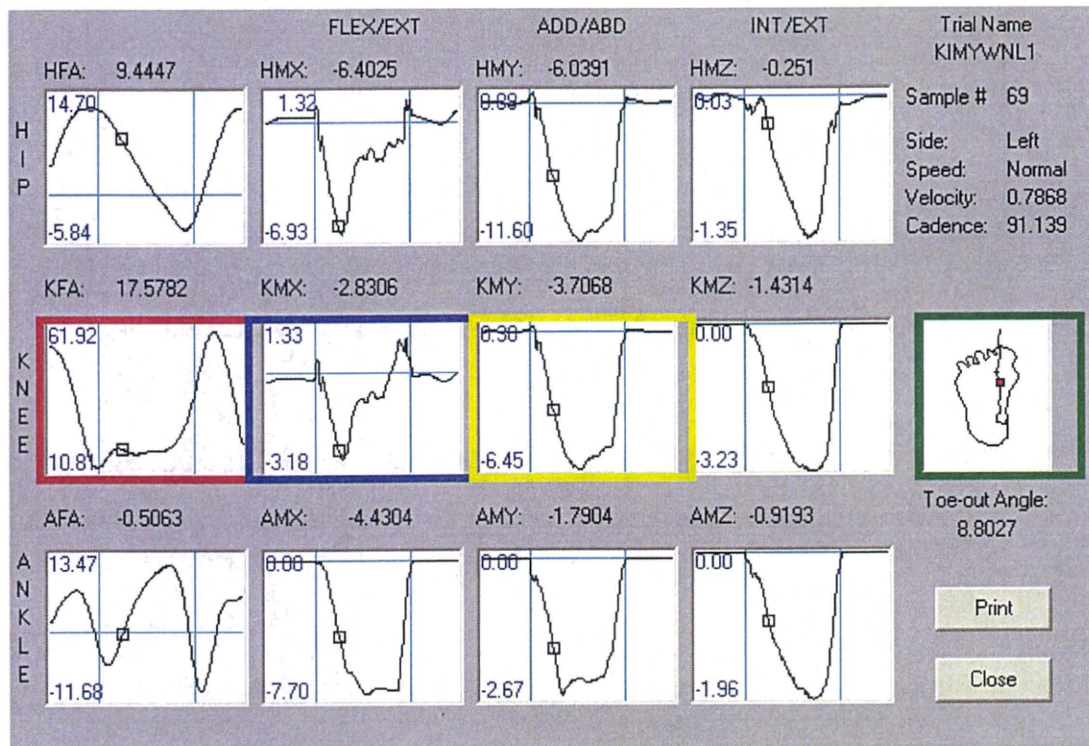
膝を屈曲して接地し、立脚中期の膝内反モーメントが増加している。

(変形性膝関節症の典型的な歩行パターン)

膝関節内側の負荷が増大しており、手術による改善がのぞまれる。

歩行解析レポート (計測日 ■■■年■■月■■日)

患者名 ■■■■■
性別 女 年齢 ■■■歳 ID N/A
計測結果-左



コメント

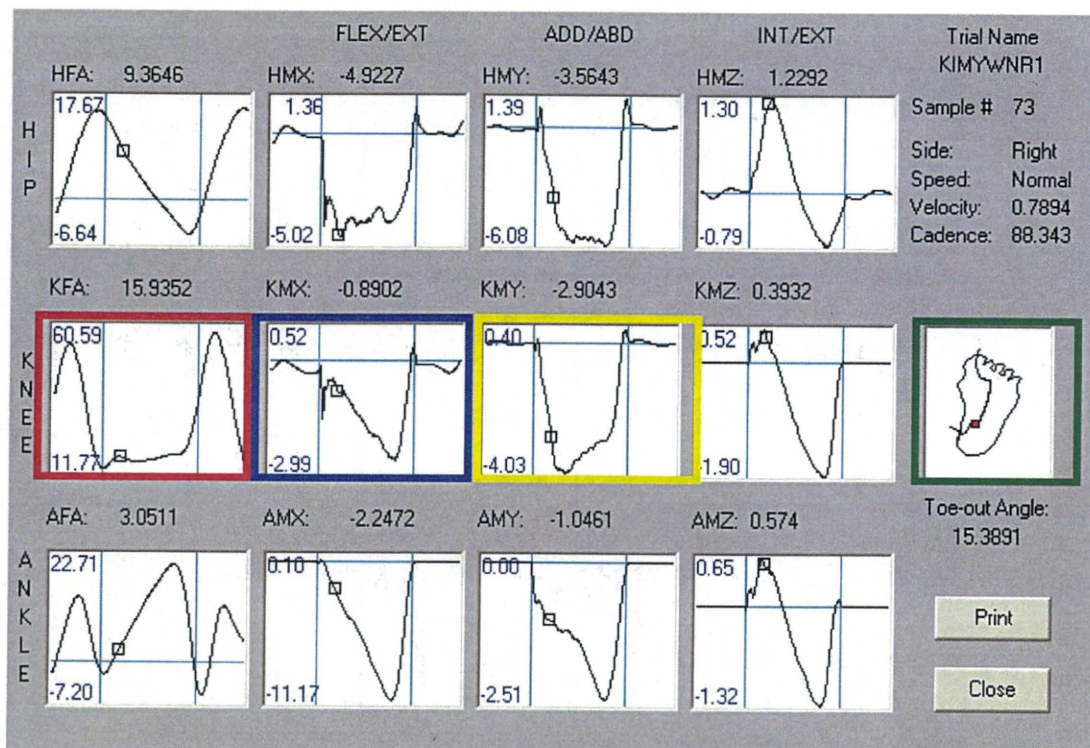
- ・ 膝運動パターン (赤): 膝を屈曲して接地、その後伸展みられない
- ・ 膝屈曲モーメント (青): 屈曲モーメントがみられない
- ・ 膝内反モーメント (黄): 膝内反モーメントが大きい
- ・ つま先の向き (緑): 正常
- ・ 歩行速度: やや遅い

接地前後の膝伸展が制限されている。

膝内反モーメントが大きく、関節内側に加わる負荷が大きくなっている。

歩行解析レポート (計測日 ■■■年■■月■■日)

患者名 ■■■■■
性別 女 年齢 ■■■歳 ID N/A
計測結果一右



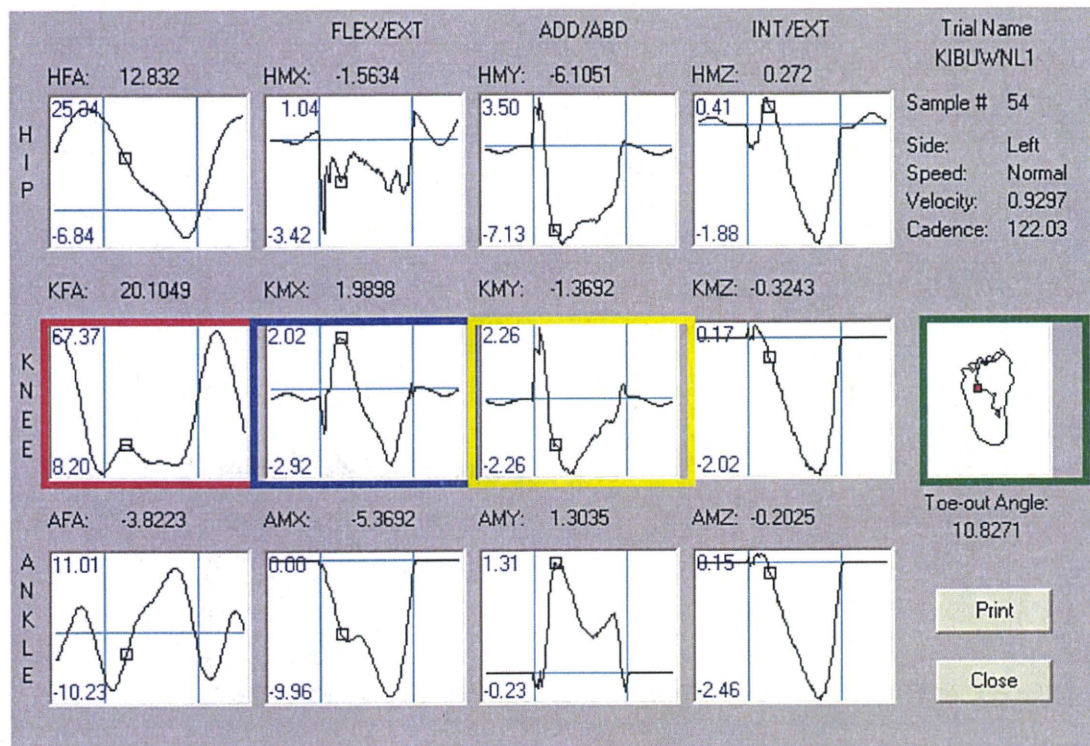
コメント

- ・ 膝運動パターン (赤) : 膝を屈曲して接地、その後伸展みられない
- ・ 膝屈曲モーメント (青) : 屈曲モーメントがみられない
- ・ 膝内反モーメント (黄) : 正常
- ・ つま先の向き (緑) : やや外向き
- ・ 歩行速度 : やや遅い

膝内反モーメントが正常な以外は、膝伸展が制限され、屈曲モーメントが欠如しており、左と同様の歩行パターンである。

歩行解析レポート (計測日 ■■■年■■月■■日)

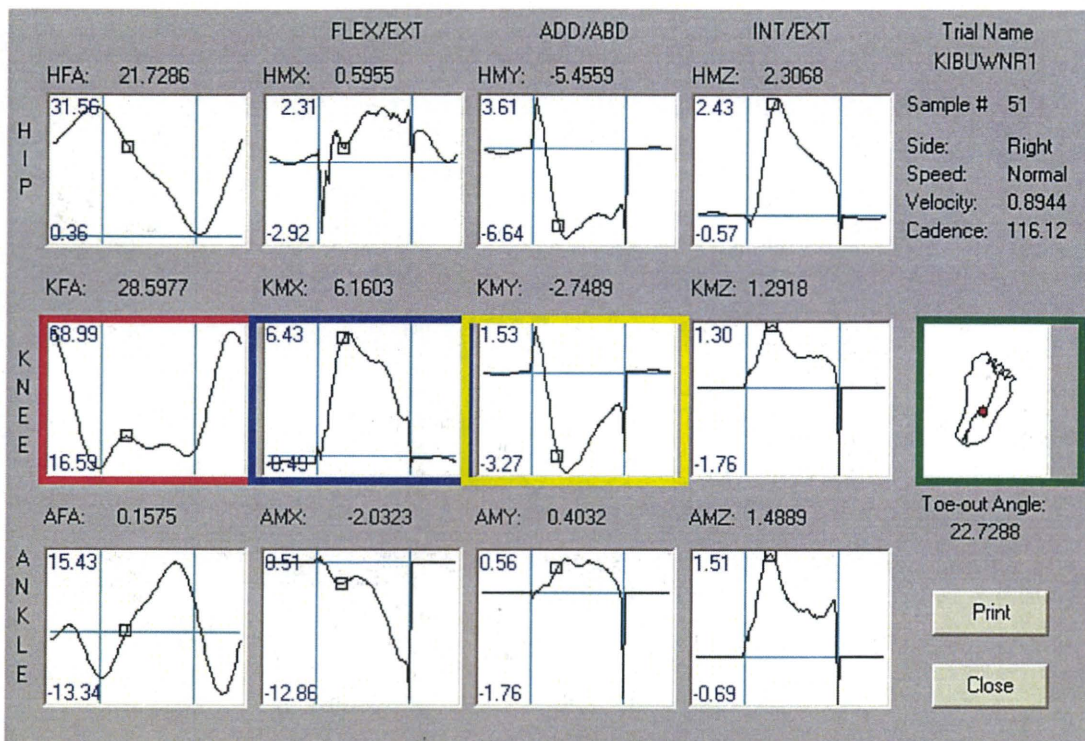
患者名 ■■■■■
 性別 女 年齢 ■■■歳 ID N/A
 計測結果—左



- ・ 膝運動パターン (赤) : 正常
- ・ 膝屈曲モーメント (青) : 正常
- ・ 膝内反モーメント (黄) : 正常
- ・ つま先の向き (緑) : 正常
- ・ 歩行速度 : 正常

ほぼ正常な歩行と考えられる。

患者名 ■■■■■
 性別 女 年齢 ■■■歳 ID N/A
 計測結果一右



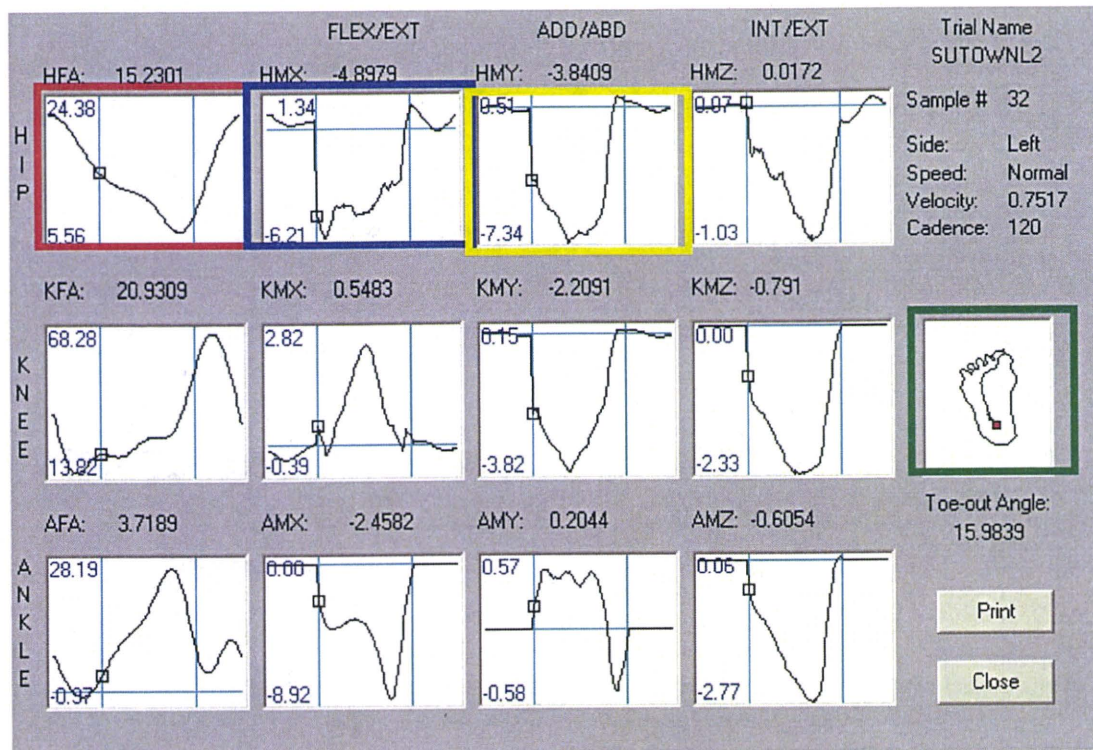
- ・ 膝運動パターン (赤) : 接地時に膝を屈曲している
- ・ 膝屈曲モーメント (青) : 屈曲モーメントが大きい
- ・ 膝内反モーメント (黄) : 正常
- ・ つま先の向き (緑) : 外向き
- ・ 歩行速度 : 正常

膝を屈曲して接地している。

つま先を外向きに歩行しており、術後リハビリで修正が必要。

歩行解析レポート (計測日 ■■■ 年 ■■ 月 ■■ 日)

患者名 ■■■■■
性別 女 年齢 ■■■ 歳 ID N/A
計測結果-左



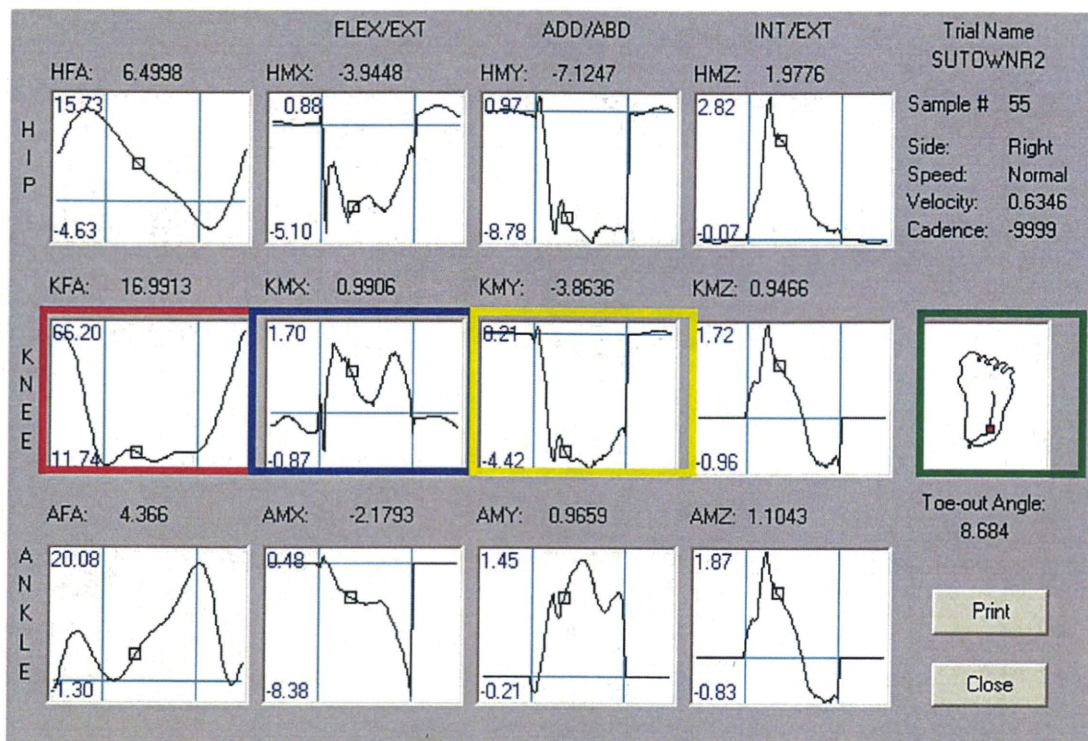
コメント

- ・ 股関節運動パターン (赤): 股関節伸展小さい
- ・ 股関節屈曲モーメント (青): 屈曲モーメントがみられない
- ・ 股関節内反モーメント (黄): 内反モーメント大きい
- ・ つま先の向き (緑): やや外向き
- ・ 歩行速度: やや遅い

股関節の伸展が制限され、内反モーメントが増加している。

歩行解析レポート (計測日 年 月 日)

患者名
性別 女 年齢 歳 ID N/A
計測結果一右



コメント

- ・ 膝運動パターン (赤): 膝をやや屈曲して接地
- ・ 膝屈曲モーメント (青): 伸展モーメントみられない
- ・ 膝内反モーメント (黄): 正常
- ・ つま先の向き (緑): 正常
- ・ 歩行速度: やや遅い

膝をやや伸展して接地している以外はほぼ正常な歩行。

分担研究報告書

2. 動作解析装置を用いた歩行障害・ADL障害の解明に関する研究

国立身体障害者リハビリテーションセンター病院

病院長 赤居正美

動作解析装置を用いた歩行障害・ADL障害の解明に関する研究

分担研究者 赤居 正美 国立障害者リハビリテーションセンター病院 院長

研究要旨

高齢者が要支援となる主な原因疾患である変形性膝関節症を対象に、動作計測を行い日常生活動作における力学的負荷と臨床症状の関連を検証し、疾患の病態を反映する新しい評価指標を提唱することを目的とする。

本年度は（１）より簡便な変化の検出法を追究すること、（２）疼痛との関連、長期的な効果、個人に対応した戦略などを検討すること、を目標に、動作解析と並行していくつかの計測を実施した。その結果

（１）初期OAにおいて；脛骨内旋変位量の減少が見られた（Screw Home 運動の時期が波状を呈する）。また膝伸展可動域の減少が影響した。

（２）中期OAにおいて；屈曲角度，屈曲変位量の減少が見られた。またVAS，膝伸展筋力と相関が見られた（逃避歩行ないし膝安定性低下?を意味するか）。

（３）後期OAにおいて；内転角度，内転変位量の増加が見られた。膝内外転不安定性を反映する可能性がある。

こうした日常生活動作との関連を評価することで、変形性膝関節症の重症化を予防するための予防・治療を行った際の効果判定基準ともなり得、さらには適切な装具治療や生活指導指針も明示できよう。

A. 研究目的

変形性関節症は高齢者が要支援となる疾患の第1位を占め、高齢化社会を迎える日本の医療においてその適切な診断・治療に対するニーズは大きい。中でも変形性膝関節症は頻度が高く、病状の進行により歩行能力が低下しADLを大きく障害する。変形性膝関節症の診断には通常X線を用いるが、患者が症状を訴えるのは実際の動作中であり、静的評価であるX線では実際の病態を反映しないことも多い。本研究では、X線に代わる新たな評価方法として、動作解析装置による関節運動の計測を行い、臨床症状・重症度・ADL 障害との関連を検討する。最終的には、疾患の病態を反映する客観的指標の提唱を行う。

B. 研究方法

共同研究者は以下の通り：永野康治、佐保泰明、深野真子、井田博史、河島則天、緒方 徹、中澤公孝、福林 徹

昨年度より、当施設ではPoint Cluster Technique (Andriacchi 1998)によって、変形性膝関節症患者における膝関節の微細運動の特性を明らかにすることを旨とした。その結果

（１）PCT法を用いた膝関節運動解析により、膝OA特有の異常運動（回旋の障害、側方動揺性など）が検出でき、スクリーニングや介入アウトカム尺度としての利用が可能である事が示唆された。

（２）簡便な12週間の筋力訓練でも、膝OA患者の膝

関節の異常運動は改善しうる事が示唆された。今年度は

- ・より簡便な変化の検出法を追究すること
 - ・疼痛との関連、長期的な効果、個人に対応した戦略などを検討すること
- を目標に並行していくつかの計測を実施した。計測内容は以下の通り。筋力、トルク、関節可動域などとして
- ・Concentric muscle torque : knee extensors/flexors at 60° (isokinetic dynamometer Biodex SystemIII 使用)
 - ・Maximum isometric strength : hip abduction/adduction (handheld dynamometer Power Track II 使用)
 - ・Joint range of motion (ROM) : hip flexion/extension, hip internal rotation/external rotation, knee flexion/extension, ankle plantarflexion/dorsiflexion (goniometer及びNorton & White protocol使用)
 - ・Q-angle measure
- またX線所見、臨床症状、疼痛として
- ・Kellgren-Lawrence grading system (Kellgren and Lawrence, 1957)
 - ・Japanese Knee Osteoarthritis Measure (JKOM) (Akai et al., 2005)

・Pain assessment VAS

(倫理面への配慮)

研究対象者に対する人権擁護上の配慮、研究方法による研究対象者に対する不利益、危険性の排除や説明と理解（インフォームドコンセント）に関わる状況に関して十分に配慮した。

C. 研究結果

まず13人健康成人（女性）13名（YS群）と膝OA患者45名（OA群）の結果を示す。

45人膝OA患者の重症度は、Kellgren-Lawrence分類によって、Grade 1+2; 4+10名（early）

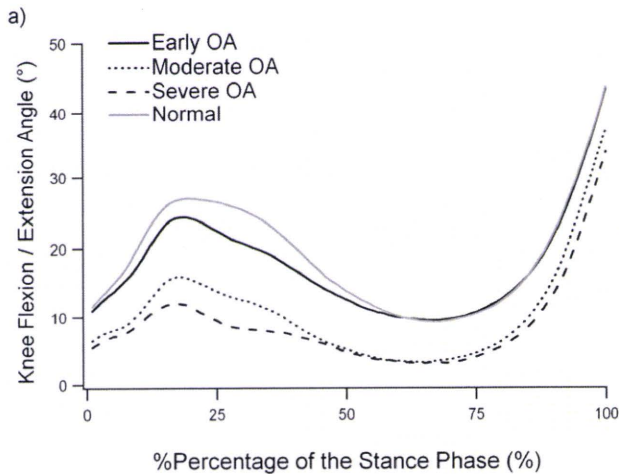
Grade 3; 17名（moderate）

Grade 4; 14名（severe）

であった。

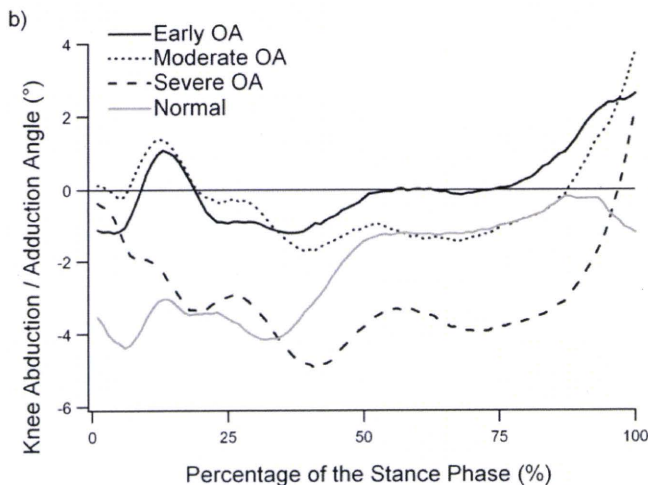
屈曲・伸展

Moderate OA以降で、屈曲角度が減少、かつ屈曲変位量も減少した。



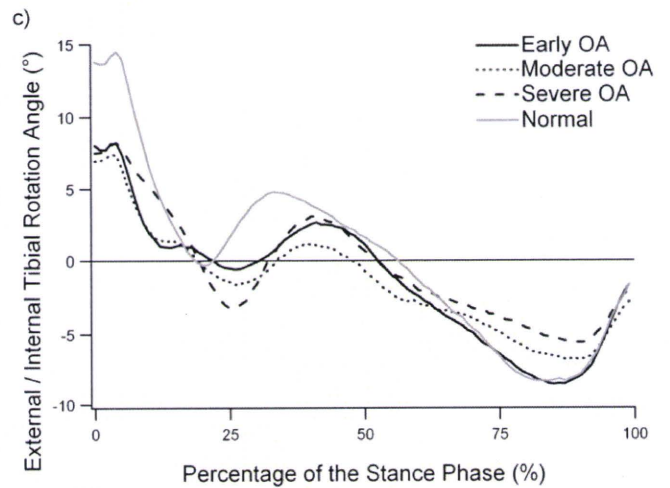
内転・外転

Severe OAで、内転角度が増加、かつ内転変位量も増加した。

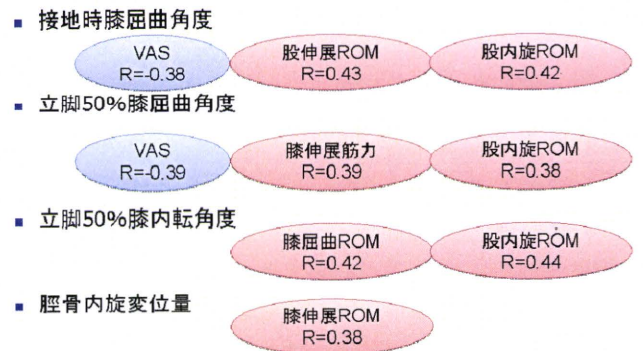


内旋・外旋

Early OA以降で接地外旋角度が減少、かつEarly OAは内旋変位量も減少した。



歩行時膝関節運動と身体機能の相関をみると、以下の傾向にあった。



D. 考察

これまで変形性膝関節症の重要な関節負荷指標として、歩行中の膝内反トルク (Knee varus torque) が提唱され、病態・予後との関連が研究されてきた。しかしこれら欧米のデータは体格や膝の形態が異なり、わが国の患者評価のための指標とはなりにくい。日本人の変形性膝関節症患者に対する関節負荷についてはあまりデータがなく、病態・予後との関連も不明である。

Point cluster technique によって微細運動が把握出来るようになったので、変形性関節症の初期変化を捉えると共に、治療を行った際の効果判定基準としても使用することが可能になった。

見出した客観的な指標は、運動療法介入に対して一定の反応性を有することが証明されつつあるので、早期発見・予防などに留まらず、変形性膝関節症の重症化を予防するための適切な装具治療・生活指導

指針を提示する際の手がかりとなることが期待される。

E. 結論

(1) 初期OAにおいて

脛骨内旋変位量の減少が見られた (Screw Home 運動の時期が波状を呈する)。また膝伸展可動域の減少が影響した。

(2) 中期OAにおいて

屈曲角度、屈曲変位量の減少が見られた。またVAS、膝伸展筋力と相関が見られた (逃避歩行ないし膝安定性低下?を意味するか)。

(3) 後期OAにおいて

内転角度、内転変位量の増加が見られた。膝内外転不安定性を反映する可能性がある。

こうした特性は歩行動作の観察から見たスクリーニングや治療介入効果判定の有効な資料となる事が期待できる。

F. 健康危険情報

G. 研究発表

1. 論文発表

- 永野康治、内藤健二、深野真子、井田博史、中澤公孝、赤居正美、福林徹：変形性関節症患者における歩行時膝関節運動への運動療法；介入効果の検討、運動療法と物理療法 20(4), 379-386, 2009
- 福林徹、赤居正美、井田博史、内藤健二、永野康治、深野真子：膝運動解析の新展開—point cluster法を用いた膝運動解析—、運動療法と物

理療法 21(1), 75-77, 2010

2. 学会発表

- 佐保泰明、永野康治、赤居正美、福林徹：“変形性膝関節症患者における歩行時膝関節運動の特性—歩行速度の変化が膝関節運動に及ぼす影響—”、第35回日本運動療法学会大会発表論文集、2010
- Akai M, Naito K, Nagano Y, Ida H, Nakazawa K, Fukubayashi T: “Early changes of knee joint movement in people with knee osteoarthritis during gait; A motion analytic study with point cluster technique” 2nd AOCPRM 2010 Taipei, ROC, 2010-5-01
- Saho Y, Nagano Y, Akai M, Fukubayashi T: “The Differences Knee Kinematics between Normal and Fast Gait with Knee Osteoarthritis”, 57th Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society, Los Angeles, USA, 2011
- Nagano Y, Naito K, Saho Y, Kawashima N, Ogata T, Akai M, Fukubayashi T: “In Vivo Knee Kinematics during gait Associated with Knee Osteoarthritis Severity”, 57th Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society, Los Angeles, USA, 2011

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)

- 特許取得
特になし
- 実用新案登録
特になし
- その他

分担研究報告書

3. 動作解析装置を用いた歩行障害・ADL障害の解明に関する研究

新潟大学超越域研究機構整形外科

教授 大森 豪

厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）
分担研究報告書

3次元歩行解析装置を用いた変形性膝関節症の荷重状態に関する研究

研究分担者 大森 豪 | 新潟大学超域研究機構 教授

研究要旨：高精度3次元歩行解析装置を用いて、変形性膝関節症における歩行時の下肢荷重状態を評価した結果、立脚歩行初期におけるスラスト発生と内反モーメントおよび下肢筋力の関連性が明らかとなった



A. 研究目的

変形性膝関節症（以下膝OA）の発症、進行に影響する歩行時の下肢荷重状態の変化を詳細に解析し、本症の予防・治療に役立つ方法を運動学的観点から策定する。

B. 研究方法

独自に開発した3次元歩行運動解析装置を用いて健常人および膝OA患者男女40名の歩行解析を行い、立脚歩行初期のスラスト運動と内反モーメントおよび膝伸展筋力、屈曲筋力との関係性を評価した。

（倫理面への配慮）

本研究は新潟大学倫理委員会の承認を受け、さらに個人に事前に内容の説明を行い同意を得たうえで実施した。

C. 研究結果

立脚歩行歩行初期のスラストは膝OAの進行に伴い出現頻度が増加した。さらに、スラスト量と内反モーメントは正の相関をしめた。また、膝伸展筋力および膝屈曲筋力とスラスト量は負の相関を示した。

D. 考察

今年度の研究により、歩行時の内反モーメント増加は主としてスラスト量（スラスト出現時の膝内反量）に影響される事が明らかとなった。また、大腿筋力とスラスト

が負の相関を示した事は、膝OAの発症予防と進行抑制のために下肢筋力訓練が有効であることの科学的裏付けになると考えられる。

E. 結論

歩行時のスラストは内反モーメント増加の主原因であり、膝OAの保存治療としてのスラスト抑制には下肢筋力強化が有効である事が示唆される。

F. 健康危険情報

特記すべき事項なし

G. 研究発表

1. 論文発表

別紙記載

2. 学会発表

第83回日本整形外科学会

第37回日本臨床バイオメカニクス学会

第41回日本人工関節学会

第22回日本運動器リハビリテーション学会

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

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
古賀良生・大森豪	肥満の視点で考える	井原秀俊	老いを内包する膝—早期診断と早期治療	全日本病院出版会	東京	2010	173-180
大森豪	脛骨プラトー骨折に対する手術手技とコツ	吉矢晋一	スキル関節鏡手術アトラス. 膝関節鏡手術	文光堂	東京	2010	150-154
大森豪	膝関節拘縮に対する手術適応と術式	吉矢晋一	スキル関節鏡手術アトラス. 膝関節鏡手術	文光堂	東京	2010	294-300
大森豪	整形外科医療を支える工学技術	新潟大学	新潟大学テレビ公開講座平成22年度テキスト「知って得する気になる技術」	新潟大学	新潟	2011	16-22

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Ariumi A, Sato T, Kobayashi K, Koga Y, Omori G, Minato I, Endo N	Three-dimensional lower extremity alignment in the weight-bearing standing position in healthy elderly subjects.	J Orthop Sci	15	64-70	2010
阿生田博子、大森豪、山崎健、田中正栄、西野勝敏	全身振動刺激装置を用いたトレーニングが筋力と筋量に及ぼす影響	日本臨床スポーツ医学会雑誌	18	349-354	2010
織田広司、林豊彦、大森豪、渡辺聡、谷藤理、佐藤卓、古賀良生	関節鏡視下手術支援システムを用いた大腿骨孔位置の決定	臨床バイオメカニクス	31	327-332	2010
笹川圭右、坂本信、小林公一、古賀良生、佐藤卓、田邊祐治、大森豪	MRI骨・軟骨モデルを用いた3次元下肢アライメント評価システムの精度評価	臨床バイオメカニクス	31	341-348	2010

小田川健一、豊田貴嗣、笹川圭右、小林公一、坂本信、田邊祐治、谷藤理、佐藤卓、古賀良生、大森豪	イメージレジストレーション法による膝関節の接触動態解析	臨床バイオメカニクス	31	349-356	2010
木村太郎、松尾智史、西野勝敏、田邊祐治、古賀良生、大森豪	内側型変形性膝関節症における歩行時スラスト現象と3次元下肢荷重線の関連性	臨床バイオメカニクス	31	401-408	2010
渡辺博史、古賀良生、大森豪、遠藤和男、岩崎徹治、縄田厚、秋丸舞	膝伸展筋力低下と変形性膝関節症の関連性についての縦断的検討 - 筋力は本当に膝OAと関連したか? -	運動・物理療法 (J. Physical Medicine)	21	45-50	2010
大森豪	高齢者への健康管理	関節外科	30	212-218	2011
依田拓也、山際浩史、渡辺聡、望月友晴、石井卓、大森豪	3兄弟に発生した膝離断性骨軟骨炎の経験	新潟整形外科学会誌	27	45-50	2011
村山敬之、山際浩史、渡辺聡、大森豪、遠藤直人	膝後十字靭帯付着部剥離骨折に対する治療経験	新潟整形外科学会誌	27	51-54	2011
大森豪	疫学調査から見た危険因子と生活指導	関節外科	29	24-30	2010
穂丸舞、縄田厚、岩崎徹治、古賀良生、大森豪、遠藤和男、渡辺博史	訓練機器を用いた大腿四頭筋セッティングにおける筋活動性に対する検討	運動・物理療法 (J. Physical Medicine)	21	59-64	2010
大森豪	小児骨折の疫学	Clinical Calcium	20	881-886	2010

学会発表

- 1) 大森豪、古賀良生. 変形性膝関節症の発症・進行への大腿四頭筋力の影響 (松代膝検診の結果から). 第2回 JOSKAS, 那覇市, 2010.
- 2) 渡辺聡、佐藤卓、山際浩史、大森豪、古賀良生、望月友晴. 人工膝関節置換術における大腿骨-脛骨間の回旋変異. 第83回日本整形外科学会. 東京都, 2010.
- 3) Sato T, Tanifuji O, Kobayashi K, Omori G, Koga Y. Computer assisted TKA by use of the jig-engaged three-dimensional preoperative planning system: An accuracy examination in clinical cases. 10th Meeting International Society for CAOS. Paris, 2010.
- 4) 松尾智史、大森豪、西野勝敏、小林弘樹、解晨、田邊祐治、古賀良生. 第37回日本臨床バイオメカニクス学会. 京都市, 2010.
- 5) 縄田厚、穂丸舞、岩崎徹治、渡辺博史、古賀良生、大森豪、遠藤和男. 大腿四頭筋セッティング訓練における筋力波形変化と筋力向上との関連. 第22回日本運動器リハビリテーション学会、仙台市, 2010.
- 6) 田中正栄、西野勝敏、渡辺博史、縄田厚、遠藤和男、大森豪、古賀良生. 大腿四頭筋訓練器の筋力測定機能についての検討. 第22回日本運動器リハビリテーション学会、仙台市, 2010.
- 7) 渡辺博史、古賀良生、大森豪、遠藤和男、縄田厚、田中正栄. 変形性膝関節症と骨塩量との関連. 第22回日本運動器リハビリテーション学会、仙台市, 2010.

内側型変形性膝関節症における歩行時の lateral thrust と膝内反モーメントおよび 下肢筋力の関連性

松尾 智史^{*1} 大森 豪^{*2} 西野 勝敏^{*3} 田邊 裕治^{*4}
小林 弘樹^{*4} 解 晨^{*5} 古賀 良生^{*6}

Relationship between lateral thrust, knee adduction moment and muscle strength of the lower
extremity during gait in medial compartmental knee osteoarthritis.

Satoshi MATSUO, Go OMORI, MD., Katsutoshi NISHINO, PhD., Yuji TANABE, PhD.,
Hiroki KOBAYASHI, Shin KAI, PhD., Yoshio KOGA, MD.

Abstract

Recently, lateral thrust has been included in mechanical factors which contribute to development of medial compartmental knee osteoarthritis (OA). In our previous study, we showed that lateral thrust was able to be quantified as mediolateral displacement of intersection of 3-dimensional loading axis (3DLA) of the lower extremity and articular surface of tibia. This study evaluated the relationships between lateral thrust and knee adduction moment and between lateral thrust and muscle strength of the lower extremity during gait.

Thirty-five subjects (male: 15, female: 20, mean age: 63) were investigated in this study. Medial compartmental knee OA was evaluated using Kellgren-Lawrence classification. They were 5 in grade-0, 5 in grade- I , 8 in grade- II , 10 in grade-III, and 7 in grade-IV, respectively. 3-dimensional lower extremity alignment assessment system and motion capture system were used for gait analysis, and muscle strength of lower extremity was also measured. Then, the relationships between lateral thrust and increment of knee adduction moment and between lateral thrust and muscle strength were evaluated.

There was a positive correlation between lateral thrust and increment of knee adduction moment ($R=0.535$), and a negative correlation between lateral thrust and muscle strength ($R= -0.506$, $R= -0.512$). In addition, more than 70% of increment of knee adduction moment occurred between heel contact and mid stance start.

The results of this study suggest that lateral thrust during gait could be one of the factors to enlarge knee adduction moment which contributes to development of knee OA. And it's considered that the negative correlation between lateral thrust and muscle strength indicates availability of muscle training of the lower extremity as conservative therapy of knee OA.

Key words: medial compartmental knee osteoarthritis, lateral thrust, knee adduction moment, muscle

分担研究報告書

4. 動作解析装置を用いた歩行障害・ADL障害の解明に関する研究

大阪大学大学院医学系研究科運動器医工学治療学寄附講座

教授 菅野伸彦

厚生労働科学研究費補助金(長寿科学総合研究事業)

統括研究報告書

《大阪大学 2010年度》

動作解析装置を用いた歩行障害・ADL傷害の解明に関する研究

【 目 次 】

I. 分担研究者氏名・所属機関名及び所属機関における職名	2
II. 研究要旨	2
III. 研究目的	3
IV. 研究方法	4
V. 安全面・倫理面への配慮	6
VI. 研究結果	7
VII. 考察	10
VIII. 結語	12
IX. 参考文献	13
X. 研究成果の刊行物・別冊 (2010年度)	14
XI. 解析症例一覧	17