

令和元年6月5日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01424

研究課題名(和文) 膝関節軟骨力学的ストレスとMRI・T2マッピング早期軟骨変性度の関連性の検討

研究課題名(英文) Examination of the relationship between knee joint cartilage mechanical stress and MRI / T2 mapping early cartilage degeneration degree

研究代表者

山田 拓実 (Yamada, Takumi)

首都大学東京・人間健康科学研究科・教授

研究者番号：30315759

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：40歳代,50歳代,60歳代,70-80歳代女性18名の膝軟骨のMRIを撮像した。20歳代男性,20歳代女性と比較した。大腿骨内側中心部の軟骨の厚みは若年者に比べ,30%ぐらいの減少がみられた。大腿骨内側後部および大腿骨外側中心部の軟骨の厚みは比較的厚みが保たれており,内側荷重ストレスの影響がみられた。MRIT2値は,40歳代や50歳代女性の一部に大腿骨内側中心部に膝軟骨の初期の変性を示した。90分,月2回の膝痛予防教室を4年間継続して実施した。内容はストレッチ,筋トレ,姿勢・歩行練習と膝周囲組織のマッサージである。12ヶ月後の日常生活の得点は改善した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により,変形性膝関節症(膝OA)における関節のストレスの傾向が解明された。特に,膝OA変化は内側軟骨が優位で,膝内反変形をとともなうことから,臨床や患者指導の一助になると考える。結果を反映したひざ痛予防プログラムを確立して,膝OAは女性高齢者では要介護の主要な原因であることから膝OAが原因の要介護者数減少を図り,医療・介護保険費用削減につなげる。

研究成果の概要(英文)：We performed MRI imaging of the knee cartilage of 18 women in their 40's, 50's, 60's and 70's to 80's. We compared with men in their 20s and women in their 20s. The thickness of the cartilage in the center of the femur was reduced by about 30% compared to the young. The thickness of the cartilage in the medial posterior femur and the lateral center of femur was relatively thick, and the influence of medial load stress was observed. MRIT2 levels showed early degeneration of the knee cartilage in the medial femoral center in some 40's and 50's women. A 90-minute knee pain prevention class, held twice a month, has been held continuously for four years. The contents are stretching, muscle training, posture and walking exercises and massage of the tissue around the knee. The score for everyday life after 12 months improved.

研究分野：理学療法科学

キーワード：変形性膝関節症 MRI

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

膝 OA は、膝関節の前額面での変形（内反膝）の合併による関節面への力学的ストレスの増大が、その病態を助長するといわれている。膝 OA 変化は内側軟骨が優位で、進行例には内反膝変形が多くみられる。膝関節に対する歩行・階段など動作時の力学的ストレスの研究では、膝関節の内反モーメント（以下、KAM）や、圧縮力・剪断力などの関節間力が算出され検討されてきた。しかし、いずれも仮想の膝関節関節中心 1 点にかかるストレスを計算しており、膝関節内顆、外顆に分けてストレスの大きさを検討された報告は Winby らの報告のみである 1)。

2. 研究の目的

・歩行、階段昇降時などの動作中の膝関節力学的軟骨ストレスを膝関節内顆、外顆に分けて 3 次元動作解析装置のデータより計算する。

・無症状から早期の変形性膝関節症（以下、膝 OA）の 50 歳以上の成人を対象として、ルーチン MRI による膝関節軟骨の厚み、および T2 マッピングによる早期の軟骨変性度の定量的評価を実施し、上記の力学的軟骨ストレス値との関連性を検討する。

・ひざ痛予防プログラムの効果を対象者の MRI 軟骨評価、力学的軟骨ストレス値と関連づけ検討する。

3. 研究の方法

・無症状から早期の膝 OA の 50 歳以上の成人を対象として、一般的ルーチン MRI による膝関節軟骨の厚み、および T2 マッピングによる早期の軟骨変性度の定量的評価を実施する。

・歩行、階段昇降時などの動作中の膝関節軟骨ストレスを膝関節内顆、外顆に分けて 3 次元動作解析装置のデータより計算する。軟骨ストレス値との関連性を検討する。

・年 1 回膝痛予防教室を開催して、プログラムの効果を参加者の MRI 軟骨評価、力学的軟骨ストレス値と関連づけ検討する。

4. 研究成果

40 歳代女性 5 名、50 歳代女性 6 名、60 歳代女性 2 名、70-80 歳代女性 5 名の膝軟骨の MRI 撮像を実施した。20 歳代男性 5 名、20 歳代女性 7 名、の数値と比較した。大腿骨内側顆部中心部の軟骨の厚みの平均値は、それぞれ、0.68, 0.68, (1.27), 0.7, 1.89, 1.06 mm であった。中心部の軟骨の厚みは若年者に比べ、30% ぐらいの減少がみられた。大腿骨内側顆部後部の軟骨の厚みの平均値は、それぞれ、1.04, 1.10, 1.35, 0.86, 2.31, 1.62mm であり、中心部に比べ、厚みが保たれていた。大腿骨外側顆部中心部の軟骨の厚みの平均値は、それぞれ、0.78, 0.96, 1.45, 1.66, 1.19, 1.10 と比較的厚みが保たれており、内側荷重ストレスの影響が示唆された。MRIT2 値は、40 歳代女性 5 名、50 歳代女性 3 名大腿骨内側顆部中心部の平均値は、それぞれ、42.1, 56.5 であり、膝軟骨の初期の変性を表していることが示唆された。

age	sex	femoral					
		FMA	FMC	FMP	FLA	FLC	FLP
45	f	39.228	38.211	44.978	40.172	45.899	43.905
40	f	53.764	35.861	42.59	47.847	42.066	47.398
57	f	49.537	70.571	54.277	30.306	33.363	44.143
40	f	48.029	38.085	52.057	40.205	52.221	50.628
51	f	61.477	41.018	35.383	57.959	55.036	46.643
44	f	50.178	54.421	50.481	39.404	38.533	44.45
52	f	53.016	57.886	46.188	50.238	47.323	51.82
47	f	50.497	43.913	56.998	42.704	37.319	47.233
40	f	48.3392	42.0982	49.4208	42.0664	43.2076	46.7228
50	f	54.67667	56.49167	45.28267	46.16767	45.24067	47.53533

表 1 T2 値 大腿骨

age	sex	tibia					
		TMA	TMC	TMP	TLA	TLC	TLP
45	f	41.009	40.758	40.208	44.059	42.173	30.059
40	f	37.755	37.095	32.577	43.714	34.965	47.056
57	f	46.333	46.698	46.241	33.299	38.519	37.988
40	f	40.53	41.94	45.677	48.16	44.875	50.727
51	f	43.249	47.14	44.304	34.056	45.065	37.766
44	f	37.161	44.815	40.073	36.841	33.22	36.504
52	f	48.626	49.09	32.621	29.76	44.42	49.197
47	f	35.141	36.126	44.314	35.3	37.677	37.318
40	f	38.3192	40.1468	40.5698	41.6148	38.582	40.3328
50	f	46.06933	47.64267	41.05533	32.37167	42.668	41.65033

表 2 T2 値 脛骨

age	sex	n	femoral(mm)					
			FMA	FMC	FMP	FLA	FLC	FLP
40 f		5	1.39	1.44	1.33	1.81	1.49	1.39
50 f		6	1.02	0.93	1.26	1.61	1.37	1.56
60 f		2	1.01	0.84	1.20	1.83	1.90	1.61
50 m		2	0.96	0.68	1.10	0.81	0.96	1.44
70-80 f		5	1.48	1.48	1.96	1.48	1.15	1.92

表 3 軟骨の厚さ 大腿骨

age	sex	n	tibia(mm)					
			TMA	TMC	TMP	TLA	TLC	TLP
40	f	5	1.23	1.17	1.26	0.76	1.41	1.56
50	f	6		1.00			1.25	
60	f	2	1.07	0.81	0.96	0.74	0.87	1.12
50	m	2	0.90	1.00	0.88	0.69	0.78	0.70
70-80	f	5	1.19	1.21	1.14	1.12	1.16	0.95

表 4 軟骨の厚さ 脛骨

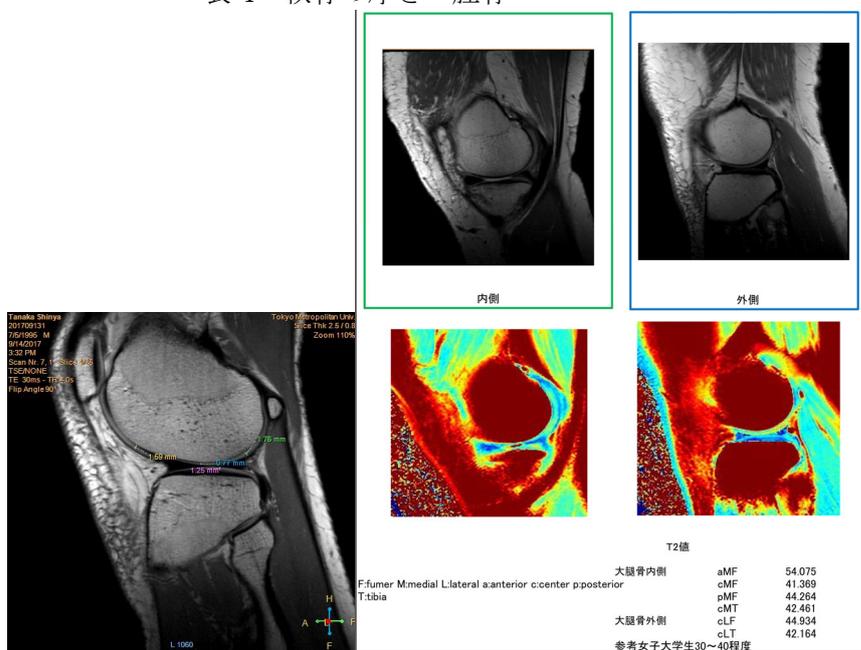


図 1 MRI 形態計測 と T2 マッピング

膝 OA 用 AFO (Agilium Freestep, ottobock 社製) 装着前後で、静止立位時の足圧中心 (center of pressure 以下: CopX)、前額面上での床反力 (以下: ForceX)、膝内反角度、そして歩行時の膝内反モーメントがどのように変化するか、また扁平足との関連を検証した。対象者は、健常若年者 17 名 (男性 9 名、女性 8 名、平均年齢 22.06 歳 ± 0.54 歳) とした。静止立位での CopX と ForceX、膝内反角度を出し、歩行は左右の片脚支持期で、膝内反モーメントの最初のピーク値と膝内反角度を出した。静止立位時の CopX と ForceX では、左右ともに通常時よりも膝 OA 用 AFO 装着時で有意に増加がみられた ( $p < 0.01$ )。また、左右の膝内反角度では有意な減少がみられた ( $p < 0.05$ )。一方、膝内反モーメントは、左右ともに有意な差は認められなかった。

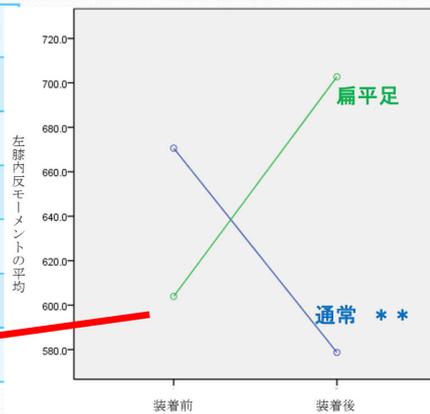
装具装着前後の CopX、ForceX、膝内反モーメント、膝内反角度の平均値と、差の有意確率

平均値		通常(n=17)	装具(n=17)	有意確率	
静止立位	CopX (mm)	右	92.92 ± 6.24	99.25 ± 8.47	$p=0.000^{**}$
		左	110.27 ± 7.70	117.18 ± 7.76	$p=0.000^{**}$
	ForceX (N)	右	8.58 ± 3.30	10.45 ± 3.66	$p=0.003^{**}$
		左	6.30 ± 3.14	8.60 ± 3.55	$p=0.001^{**}$
	膝内反角度 (deg)	右	1.50 ± 2.97	0.96 ± 3.11	$p=0.016^*$
		左	1.96 ± 3.16	1.43 ± 3.12	$p=0.000^{**}$
歩行	膝内反モーメント (Nmm/kg)	右	617.06 ± 150.75	595.89 ± 178.55	$p=0.626$
		左	653.97 ± 91.49	609.74 ± 154.91	$p=0.252$
	膝内反角度 (deg)	右	1.12 ± 2.94	0.39 ± 3.02	$p=0.026^*$
		左	1.46 ± 2.77	0.61 ± 2.95	$p=0.121$

\*\* : 1%水準で有意 \* : 5%水準で有意

## アーチ比と装具装着前後でのCopX・ForceX・膝内反モーメントの効果

有意確率		被験者内作用	交互作用	被験者間作用	
静止立位	CopX (mm)	右	p=0.000**	p=0.714	p=0.558
		左	p=0.000**	p=0.614	p=0.009**
	ForceX (N)	右	p=0.002**	p=0.259	p=0.217
		左	p=0.002**	p=0.578	p=0.248
歩行	膝内反モーメント (Nmm/kg)	右	p=0.663	p=0.955	p=0.591
		左	p=0.926	p=0.020*	p=0.647



\*\*:1%水準で有意 \* :5%水準で有意

1回90分、隔週金曜日の午後2時～3時30分、月2回の頻度で膝痛予防教室を大学の運動ができる教室で4年間継続して実施した。体操参加者は地域在住の健康な高齢者である。独自に作成した膝痛予防の運動プログラムのDVDを制作して、体操リーダーがDVDを操作して自主的に運動教室を運営できるようにした。

運動の内容はストレッチ、筋力トレーニング、姿勢バランス練習、歩行練習と自分でする膝関節周囲組織の自己マッサージのである。評価項目は（痛み、日本版変形性膝関節症患者機能評価表（JKOM）、HRQOL評価）と一部の希望者の膝のMRI評価である。

膝の痛みのVisual Analogue Scale（VAS）および、JKOMの痛み、参加、日常生活、総得点を教室参加時と12ヶ月後でpairs T-TESTにより平均値の比較をした。

【結果】12ヶ月後のJKOMの参加、日常生活、総得点は有意に得点が改善した。

### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 件）

〔学会発表〕（計 1 件）

BIOMECHANICS OF SHORT LEG BRACE (OTTOBOCK AGILIUM FREESTEP) FOR OSTEOARTHRITIS OF KNEE AND ITS RELATIONSHIP WITH FLAT FEET, WCPT Congress 2019 10-13 May 2019, Geneva, Switzerland

〔図書〕（計 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年：

国内外の別：

○取得状況（計 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

### 6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：来間弘展

ローマ字氏名： Kuruma Hironobu

所属研究機関名：首都大学東京

部局名：大学院人間健康科学研究科

職名：准教授

研究者番号（8桁）：80433184

(2)研究分担者

研究分担者氏名：妹尾淳史

ローマ字氏名： Seno Atushi

所属研究機関名：首都大学東京

部局名：大学院人間健康科学研究科

職名：教授

研究者番号（8桁）：00299992

(2)研究協力者

研究協力者氏名：青木孝子

ローマ字氏名： Aoki Takako

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。