

上方アプローチによる THA 患者の 3 軸加速度計を 用いた歩容評価

横田 亮介¹・河野 慎¹・加茂 健太²

はじめに

当院では定量的な歩行解析方法として 3 軸加速度センサーモジュールと専用アプリからなる歩行解析デバイス AYUMI EYE (株式会社早稲田エルダリーヘルス事業団) を 2019 年 10 月より導入している。著者らは昨年、本学会にて変形性股関節症 (HIPOA) 患者の人工股関節全置換術 (Total hip arthroplasty : THA) 前と術後 2 週時の加速度指標と身体機能比較、関連性を検討し、root mean square (RMS) は疼痛、脚短縮、筋力低下、可動域制限などによる跛行を認める HIPOA 患者の歩容を数値化できる有用な指標と報告した。今回、2021 年 10 月に AYUMI EYE medical へアップデートしたことに伴い、上下左右前後の RMS が算出可能となったことと昨年の報告は変化率を用

い、関連性を検討していたことを踏まえ、AYUMI EYE medical で得られた RMS と下肢筋力、歩行能力の THA 前後での変化、実測値 RMS と下肢筋力、歩行能力との関連性を明らかにすることを目的に検討した。

対 象

当院にて 2019 年 10 月～2022 年 3 月までに術前からの AYUMI EYE medical での歩容評価、徒手筋力計での筋力評価ができた HIPOA に対し初回片側 THA を施行した患者 34 例中、データ欠損例と合併症例を除く 15 例 (全例：女性、平均年齢 70.1 ± 9.4 歳、全例：上方アプローチ、両側罹患 3 例) とした。

方 法

歩行解析は AYUMI EYE medical を用いた。3 軸加速度センサーモジュールを専用ベルトに付け、第 3 腰椎棘突起付近に接するよう装着した。センサーモジュール重量は 18.5g (電池を含む)、大きさ 62.4 × 30.9 × 11.8mm、サンプリング周波数 31.25Hz であった。予備路を設けた 10m を快適歩行速度にて測定し上下左右前後の RMS を算出した。歩行評価として Timed Up and Go test (TUG)、AYUMI EYE medical 測定時の快適 10m 歩行時間 (10m 歩行時間) とした。TUG は最大歩行速度で 3 回実施し、平均値を測定値とした。筋力は徒手筋力計 (アニメ社製 μTAS F-1) にて術側股関節屈曲、外転、外旋、膝関節伸展等尺性筋力を 2 回測定し、最大値を

Gait evaluation using an triaxial accelerometer for patients after total hip arthroplasty by superior approach

Department of Rehabilitation, Yamaguchi Red Cross Hospital
Ryosuke Yokota, et al.

key words : THA (total hip arthroplasty) ; 上方進入法 (superior approach) ; 加速度計 (accelerometer)

1 総合病院山口赤十字病院リハビリテーション技術課、2 総合病院山口赤十字病院整形外科

採用し体重比 (N/kg) を算出した。評価時期は術前、退院時とした。統計解析は EZR を使用し、術前・退院時比較は Wilcoxon 符号付順位和検定、各方向 RMS と下肢筋力、TUG、10m 歩行時間の相関には Spearman の順位相関係数を用いた。有意水準は 5% とした。

結 果

患者背景は表 1 に示す。術前、退院時比較では上

表 1 患者背景

人数 (例)	15
年齢 (歳)	70.1±9.4
性別 (例)	女性15
身長 (cm)	150.3±4.1
体重 (kg)	53.7±9.4
BMI (kg/m ²)	23.8±4.1
両側罹患 (例)	3
入院期間 (日)	22.9±7.9
手術時間 (分)	99±16
出血量 (ml)	493±186

下 RMS は術前1.95 (1.00~4.49), 退院時1.72 (1.32~6.23), 左右 RMS は術前1.91 (0.86~7.97), 退院時1.41 (0.74~5.67), 前後 RMS は術前3.20 (1.53~13.50), 退院時2.12 (1.06~9.64) と前後 RMS は有意に低下し ($p<0.05$), その他の RMS は有意差を認めなかった。10m 歩行時間 (秒) は術前10.1 (7.5~21.6), 退院時10.3 (7.4~19.7), TUG (秒) は術前9.9 (6.3~20.6), 退院時9.4 (7.1~20.7) と有意差を認めなかった (表 2)。下肢筋力 (N/kg) は股関節屈曲術前1.55 (0.57~3.03), 退院時1.80 (0.93~2.58), 股関節外転は術前1.36 (0.55~2.78), 退院時1.87 (0.80~3.18), 股関節外旋は術前0.71 (0.29~1.30), 退院時0.76 (0.25~1.36), 膝関節伸展は術前2.31 (0.75~4.11), 退院時2.49 (1.33~3.86) と股関節外転に有意な増加を認め ($p<0.05$), その他は有意差を認めなかった (表 3)。各方向 RMS との相関は上下 RMS と10m 歩行時間 ($r=0.61$, $p<0.05$), TUG ($r=0.59$, $p<0.05$), 左右 RMS と10m 歩行時間 ($r=0.75$, $p<0.01$), TUG ($r=0.543$, $p<0.05$), 前後 RMS と10m 歩行時間 ($r=0.689$, $p<0.01$) に相関を認め, その他の項目には認めなかった (表 4)。

表 2 結果 (RMS, 10m 歩行時間, TUG)

	術前	退院時	p-value
上下 RMS (1/m)	1.95 (1.00~4.49)	1.72 (1.32~6.23)	0.649
左右 RMS (1/m)	1.91 (0.86~7.97)	1.41 (0.74~5.67)	0.363
前後 RMS (1/m)	3.20 (1.53~13.50)	2.12 (1.06~9.64)	<0.05
10m 歩行時間 (秒)	10.1 (7.5~21.6)	10.3 (7.4~19.7)	0.139
TUG (秒)	9.9 (6.3~20.6)	9.4 (7.1~20.7)	0.532

表 3 結果 (下肢筋力)

	術前	退院時	p-value
股関節屈曲 (N/kg)	1.55 (0.57~3.03)	1.80 (0.93~2.58)	0.112
股関節外転 (N/kg)	1.36 (0.55~2.78)	1.87 (0.80~3.18)	<0.05
股関節外旋 (N/kg)	0.71 (0.29~1.30)	0.76 (0.25~1.36)	0.639
膝関節伸展 (N/kg)	2.31 (0.75~4.11)	2.49 (1.33~3.86)	0.201

表 4 各 RMS と 10m 歩行時間, TUG, 下肢筋力との相関関係

		r	p-value
退院時上下 RMS	10m 歩行時間	0.61	<0.05
	TUG	0.59	<0.05
	股関節屈曲	-0.0501	0.859
	股関節外転	0.238	0.393
	股関節外旋	-0.271	0.329
退院時左右 RMS	10m 歩行時間	0.75	<0.01
	TUG	0.543	<0.05
	股関節屈曲	0.0286	0.923
	股関節外転	0.154	0.584
	股関節外旋	0.0519	0.854
退院時前後 RMS	10m 歩行時間	0.689	<0.01
	TUG	0.489	0.0666
	股関節屈曲	0.143	0.611
	股関節外転	0.286	0.301
	股関節外旋	0.175	0.532
	膝関節伸展	0.229	0.411

考 察

本研究の目的は HIPOA 患者の歩容評価を AYUMI EYE medical を用いて行い, RMS と下肢筋力, 歩行能力の THA 前後での変化と RMS と下肢筋力, 歩行能力との関連を明らかにすることである。術前・退院時比較において股関節外転筋力に有意な向上を認めた。RMS は前後方向で有意な減少を認めた。RMS との相関は前後・左右 RMS と 10m 歩行時間, TUG と上下 RMS と 10m 歩行時間に正の相関関係を認め, 体幹動揺の少ない歩容ほど歩行速度が速く, 安定性がよいことが分かった。

筋力に関して考察する。THA によるアライメント改善, 大腿骨オフセット延長は中殿筋の収縮効率を向上するとされる^{1,2)}。THA 後の外転筋力に関し, 術式の違いが回復に影響を与える³⁾とされ, 上方アプローチは術中に正常可動域を超える肢位を取らず, 軟部組織への損傷減少, 中小殿筋と梨状筋の筋間進

入法⁴⁾であり, 侵襲が少なく, 早期回復が得られていると考える。

次に RMS に関し, 山田ら⁵⁾は動揺性指標である RMS は HIPOA 患者では 3 軸成分とも健常者と比較して大きくなるとしている。また, 1 歩行周期での加速度波形を健常者と比較したところ, HIPOA 患者の前後加速度は患側立脚中期から終期における立ち上がりは小さく, 健側立脚期では大きくなるとし, 患側の不十分な推進力の代償によるものとしている。THA は末期股関節症患者に行われ, 主として除痛効果, ADL および生活の質の再獲得に有効な手術法である¹⁾。THA による患側荷重時の疼痛軽減, 関節可動域の拡大が患側の不十分であった推進力を向上させ, 健側での代償作用, 非対称性が軽減し, 前後 RMS が減少したものと考えられる。

RMS は歩行時の体幹動揺を数値化し, 歩容変化を評価できる有用な評価指標である。術前と退院時の 10m 歩行時間, TUG に本研究では有意差を認めておらず, これらの評価では抽出できていない歩行

能力の変化を評価できる可能性があると考ええる。

加藤ら⁶⁾はTHA後の歩行時加速度波形を高速フーリエ変換にてパワースペクトラム解析を行い、動揺性指標として検討し、股関節外転筋力との相関を認め、歩行安定性に影響したとしている。本研究においてもRMSへの筋力の関与を考え、関連性を検討したが、認められなかった。松本ら³⁾はTHA後の中殿筋筋活動と歩行機能に関しTHA後早期に外転筋力が改善しても跛行が改善しないケースがあり、より質的な改善が得られているか歩行時の筋活動を評価する必要があるとしている。また、大腿骨頭への求心力、安定作用などの中殿筋機能は歩行中に起こる筋活動様式であり、閉鎖的運動連鎖でしか評価が困難であるとしている。本研究の筋力評価は開放的運動連鎖での評価であり、歩行時の筋活動様式とは異なる。そのため、動揺性指標であるRMSは筋力値ではなく、歩行時筋活動量と検討する必要があると考える。HIPOA患者の歩行時中殿筋筋活動は健常者と比較し上昇を認め、使用効率の悪さ³⁾や歩行能力低下⁷⁾が報告されており、今後はRMSと歩行時筋活動量との関連を検討していきたい。

結 語

THA患者の歩容評価をAYUMI EYE medicalを用いて行い、RMSと下肢筋力、歩行能力のTHA前後での変化、RMSと下肢筋力、歩行能力との関連を検討した。THAによる機能向上が健側での代償作用を軽減し、前後RMSの減少を認めた。RMSは体幹動揺を数値化し、歩容変化を評価できる有用な評価指標である。また、歩行時間、TUGでは抽出できていない変化を評価できる可能性が示唆された。

文 献

- 1) 杉本和隆：人工関節のリハビリテーション 術前・術後・術後のガイドブック、第1版, pp16-70, 株式会社 三輪書店, 2015.
- 2) 堀亜希子, 他：THAにおけるハイオフセットシステム使用例の検討. 整形外科と災害外科 55: 339-344, 2006.
- 3) 松本浩実, 他：人工股関節全置換術患者の術後早期における中殿筋筋活動と歩行機能の回復について. 理学療法科学 24: 665-668, 2009.
- 4) 加茂健太, 他：上方進入法による人工股関節置換術の手法の概説. 日関病誌 40: 127-133, 2021.
- 5) 山田 実, 他：体幹加速度由来歩容指標による歩容異常の評価—歩容指標の変形股関節症患者と健常者の比較, および基準関連妥当性—. 理学療法学 33: 14-21, 2006.
- 6) 加藤良一, 他：加速度計を用いた人工股関節全置換術患者の歩行評価. 日本臨床バイオメカニクス学会誌 28: 281-286, 2007.
- 7) 吉岡佑二, 他：人工股関節置換術早期における歩行時の中殿筋の筋活動量は運動機能と関連する. 理学療法学 Supplement 39: Ca0913, 2012.