

研究報告



人工膝関節全置換術後患者に対する Non-Gravity ROM Machine® の効果*

鈴木一輝・馬渡敬介・神谷 猛・森嶋直人・石川知志

【要 旨】

【目的】 Non-Gravity ROM Machine® (以下, NG-ROM) は, 膝関節可動域の自主運動が可能な機器で, 当院では2018年3月より人工膝関節全置換術 (Total Knee Arthroplasty: 以下, TKA) 後の治療に導入している. 今回, NG-ROM 実施による関節可動域 (Range of Motion: 以下, ROM), 疼痛への即時的な効果と NG-ROM 導入前後の運動機能などの比較検討を行ったので報告する. 【方法】 当院整形外科で2017年4月から2018年8月までに変形性膝関節症に対し, TKA を施行した39例39膝を対象とした. NG-ROM 導入前の21例21膝を対照群, NG-ROM 導入後の18例18膝を導入群とした. 導入群は, 従来の理学療法内容に加えてNG-ROM を15分間実施した. 検討項目は, 即時的な効果としてNG-ROM 実施前後の膝関節屈曲可動域と疼痛の変化についてNG-ROM 開始日, 術後7, 10, 14日目の値を調査し比較した. また, 手術前と理学療法終了時の膝関節屈曲・伸展可動域, 膝関節伸展筋力, 退院時の歩行能力, 在院日数について群間にて比較検討した. 【結果】 NG-ROM 実施直後の膝関節屈曲可動域は, 全ての術後日数において実施前と比べ有意に増加した. 疼痛は, 全ての術後日数において有意差は認めなかった. NG-ROM 導入前後の比較では, 全ての項目において有意差を認めなかった. 【結論】 膝関節屈曲可動域について, NG-ROM 実施による即時的な改善は得られたが, NG-ROM 導入前後でのROMの改善率に差はみられなかった. NG-ROM の回数や頻度, 使用方法について更なる検討が必要である.

キーワード: 人工膝関節全置換術, Non-Gravity ROM Machine, 関節可動域

はじめに

TKA 後早期のROM 運動において, 術後の炎症反応による疼痛やROM の拡大を図る際の関節運動による疼痛に対する防御性収縮により, ROM の改善に難渋する症例を経験する.

TKA 後は, 自宅退院後の生活の質を向上する為に, 膝関節伸展筋力の向上や膝関節可動域の改善が求められる. また近年入院期間の短縮化が求められており, より短期間で質の高い医療を提供し

身体機能を向上することが求められ, 術後早期から積極的にリハビリテーションを実施することが重要であるとされている. 先行研究より, 術後のリハビリテーションを早く開始することで有害事象が増加することなく在院日数が短縮される¹⁾と報告されている.

ROM 運動の方法として, 他動運動や自動介助運動などが用いられるが, 強力な他動運動は疼痛を増悪させるばかりか, 術部のストレスを増加させ, 炎症を引き起こす可能性がある²⁾とされている. 一方で, 自動介助運動は, 疼痛に応じて患者自身が可動範囲を調節できるため, 過剰な疼痛や防御性収縮を発生させず, 良好なROM の改善を図ることができる³⁾と報告されている. また, TKA 後の理学療法介入において, 変形性膝関節症の理学療法診療ガイドラインでは, 早期の自動運動によるROM 運動は推奨グレードA, エビデン

* Application of the Non-Gravity ROM Machine to the patient after Total Knee Arthroplasty

豊橋市民病院 リハビリテーションセンター
(〒441-8570 愛知県豊橋市青竹町八間西50番地)
Kazuki Suzuki, PT, Keisuke Mawatari, PT, Takeshi Kamiya, PT, Naohito Morishima, PT, Tomoji Ishikawa, MD: Rehabilitation center, Toyohashi Municipal Hospital

E-mail: suzuki-kazuki@toyohashi-mh.jp

膝関節伸展位



膝関節屈曲位



図 1. Non-Gravity ROM Machine® について

スレベル 2 であり、行うように勧められる強い科学的根拠がある手技とされている⁴⁾。

Non-Gravity ROM Machine® (名織株式会社：以下、NG-ROM) は、日本人の生活様式に適合した可動域を獲得する為に発案された機器である⁵⁾。TKA 後、高齢者の下肢骨折後、膝関節拘縮など、膝関節の痛みを感じる症例や防御性収縮などにより円滑な動作が困難な症例に対し ROM の改善を促すことが可能で、膝 ROM の自主運動が可能な機器である (図 1)。獅子目ら⁵⁾ は、TKA 後の ROM 運動として自動介助運動の実施が可能な NG-ROM を使用し、術後 ROM は良好な成績が得られたと報告している。しかし、ROM 改善や疼痛の軽減が示唆されている一方で、NG-ROM の効果に関する報告はまだ少ない。

当院では 2018 年 3 月より TKA 後の治療に NG-ROM を導入している。今回、NG-ROM 実施による ROM、疼痛への即時的な効果と NG-ROM 導入前後の比較検討を行ったので報告する。

倫理的配慮、説明と同意

本研究は、整形外科受診時あるいは理学療法開始時に匿名性に配慮したデータを記録することを口頭で説明し了承を得て行った。データはカルテより後方視的に調査した。

対象および方法

1. 対象

当院整形外科で 2017 年 4 月から 2018 年 8 月までに変形性膝関節症に対し、TKA を施行した 39 例 39 膝を対象とし、NG-ROM 導入前の 21 例 21 膝 (年齢 75.2 ± 6.3 歳、男性 4 膝、女性 17 膝) を対照群、NG-ROM 導入後の 18 例 18 膝 (年齢 70.7 ± 8.2 歳、男性 4 膝、女性 14 膝) を導入群とした (表 1)。手術は、傍膝蓋内側アプローチ・傍

膝蓋外側アプローチなど、手術方法を術者の判断で選択し、5 名の術者で施行された。

表 1. 対象

	対照群 (n = 21)	導入群 (n = 18)
年齢 (歳)	75.2 ± 6.3	70.7 ± 8.2
性別 (例)	男 4 / 女 17	男 4 / 女 14
体重 (kg)	手術前 65.2 ± 10.3	61.5 ± 11.7
	手術後 60.2 ± 10.5	60.0 ± 10.9

* 平均 ± 標準偏差

2. 理学療法プログラム

TKA 後の理学療法は当院の術後スケジュール (表 2) に沿って進めた。当院では、変形性膝関節症に対する TKA を施行された全患者に対して、手術翌日より、午前中に 2 時間持続的他動運動を施行している。理学療法では、ROM 運動や筋力増

表 2. 当院の術後スケジュール

術後 1 日目	端座位、立位、車椅子乗車、歩行器 歩行開始 Continuous Passive Motion 開始 (午前中に 2 時間) 筋力増強、ROM 運動
術後 2 ~ 3 日目	リハビリ室での理学療法開始 * リハビリ室での理学療法開始時より Non-Gravity ROM Machine® 開始
術後 7 ~ 10 日目	T 字杖歩行開始
術後 10 ~ 14 日目	階段昇降練習
術後 14 日目	パンフレットを使用して ADL 指導
術後 14 ~ 21 日目	自宅退院

強、歩行練習（歩行器歩行、平行棒内歩行、杖歩行等）、階段昇降練習、寒冷療法等を実施しており、導入群は、従来の理学療法内容に加えて、理学療法介入の前にNG-ROMを15分間実施した。

3. NG-ROMの導入・方法について

NG-ROMの実施期間は、リハビリ室での理学療法開始時から退院前日までとした。時間設定は15分間としたが、回数設定は行わず患者自身のペースで実施するよう説明した。NG-ROMの実施は、パンフレットに記載されている使用方法に準じて行い、ベッドを壁に寄せ、長座位の姿勢で膝関節屈伸運動を行った。NG-ROMを実施する際には、「膝を曲げ伸ばしする時に腕の力で助けながら、痛みが苦にならない程度に、我慢できる範囲内で実施して下さい。」と説明した。

4. 方法及び検討項目

NG-ROM実施による即時的な効果について

NG-ROM実施前後の膝関節屈曲可動域と疼痛の変化について評価した。ROM測定については、日本整形外科学会と日本リハビリテーション学会による「関節可動域表示ならびに測定法」に則り、他動運動によるROMをゴニオメーターを用いて測定した⁶⁾。疼痛についてはNumerical Rating Scaleを使用して評価した。Numerical Rating Scaleは、0～10の11段階に分け、「全く痛くない」を0、「想像できる最悪の痛み」を10として、数字をチェックしたり、口頭で当てはまる数字を答えることで痛みの程度を評価する方法である⁷⁾。評価日は、NG-ROM開始日（術後1週未満での開始例）、術後7日目、10日目、14日目の値とした。

NG-ROM導入前後の比較について

NG-ROM導入前後での手術前と理学療法終了時の膝関節屈曲・伸展可動域、膝関節伸展筋力、退院時の歩行能力、在院日数について調査した。膝関節屈曲・伸展可動域、膝関節伸展筋力については、手術前と理学療法終了時の比較をした改善率を求めた。膝関節伸展筋力の測定にはハンドヘルドダイナモメーター（日本メディックス、microFET2）を使用した。ハンドヘルドダイナモメーターは、筋力を客観的な数値で評価する機器として多く用いられており、角田ら⁸⁾は、徒手固定にて下肢筋力を測定し異なる測定者でも高い信頼性のある測定値が得られ、臨床的に有用な測定法であると述べている。膝関節伸展筋力測定時の肢位は、端座位、下腿下垂位とし、等尺性収縮にて3回測定した中の最大値を体重で除した値とした。

5. 統計処理

即時的な影響については、ROMと疼痛のNG-ROM実施前後の変化をWillcoxonの符号付き順位検定で解析した。NG-ROM導入前後での比較については、対照群と介入群の膝関節屈曲・伸展可動域、膝関節伸展筋力、在院日数の差を、Mann-WhitneyのU検定で解析した。それぞれ有意水準は5%未満とした。

結果

1) NG-ROM実施による即時的な効果について

膝関節屈曲可動域（平均 ± 標準偏差）は、NG-ROM実施前後で、開始日 $75.0 \pm 13.0^\circ$ から $85.0 \pm 8.0^\circ$ 、術後7日目 $84.4 \pm 9.1^\circ$ から $89.7 \pm 8.4^\circ$ 、術後10日目 $86.3 \pm 7.6^\circ$ から $93.4 \pm 8.0^\circ$ 、術後14日目 $89.3 \pm 8.2^\circ$ から $98.8 \pm 9.2^\circ$ となり、実施前後で全ての術後日数において有意に増加した（図2-1）。

疼痛（中央値）は、開始日 4.5 から 5.0、術後7日目 4.0 から 3.0、術後10日目 3.0 から 3.0、術後14日目 3.0 から 3.0 となり、全ての術後日数において有意差は認めなかった（図2-2）。開始日においては6例で実施前後で増加していた（表3）。

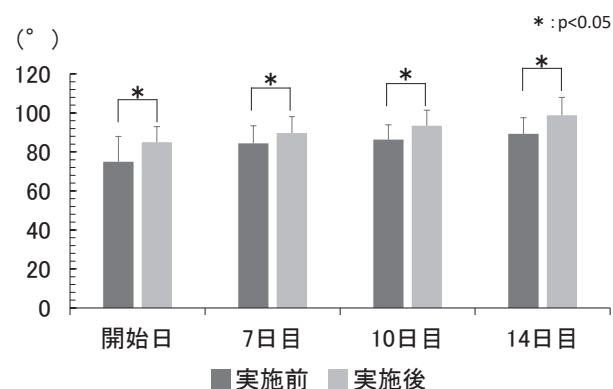


図2-1. Non-Gravity ROM Machine®実施前後の膝関節屈曲可動域

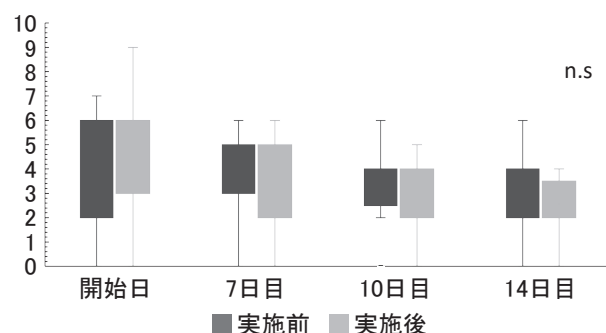


図2-2. Non-Gravity ROM Machine®実施前後の疼痛 (Numerical Rating Scale)

表 3. Non-Gravity ROM Machine® 実施前後の疼痛の変化

	疼痛増加	疼痛軽減
開始日	6 例	2 例
術後 7 日目	3 例	7 例
術後 10 日目	2 例	5 例
術後 14 日目	3 例	5 例

2) NG-ROM 導入前後の比較

膝関節屈曲・伸展可動域，膝関節伸展筋力，在院日数，各項目において有意差を認めなかった（表 4）。

考察

本研究において，NG-ROM 実施前後で膝関節屈曲可動域の即時的な改善は認めたが，NG-ROM 導入前後では全ての項目において差を認めなかった。

逢坂ら³⁾は，自動介助運動は，疼痛に応じて患者自身が可動範囲を調節できるため，疼痛や不快感をむやみに与えずに ROM 運動を行うことが可能であると述べている。一方で，強力な他動運動は疼痛や術部のストレスを増加させて炎症を引き起こす可能性がある²⁾とされている。また，術後早期は疼痛の影響や筋力低下の要素より，自

動運動の実施が難しい症例が多い。さらに従来の機械を使わないタオル等を用いた自動介助運動では，踵とベッドの間に摩擦が生じたり，摩擦を取り除く為に少し足を上げて行おうとすると過度な筋収縮が入り痛みを生じてしまう可能性がある。しかし，NG-ROM はこれらの摩擦や過度な筋収縮を取り除くことができ，術後の筋力低下の影響に左右されることなく使用できるという有意義な点がある。その為，NG-ROM を使用した自動介助運動は，術後の ROM 運動に有用であると考えている。

膝関節屈曲可動域と疼痛に対する即時的な効果について

本結果より，術後 7，10，14 日目において疼痛が増加した症例は少なかったことから，NG-ROM を使用することで疼痛や不快感なく ROM 運動を行うことができ，防御性収縮の減少を図れたことが即時的な ROM の改善に繋がったと考えられる。

一方で，NG-ROM 開始日の疼痛において，NG-ROM 実施前後で疼痛が増加した症例を 6 例認めた。手術後の急性炎症期（術後 1 週程度）は腫脹が強く疼痛も生じやすい。また開始日は，初めて NG-ROM の使用をする為，どの程度やって良いかわからないなど，不慣れさも疼痛増強に繋がった

表 4. Non-Gravity ROM Machine® 導入前後の比較

		対照群 (n = 21)	導入群 (n = 18)	P 値
膝関節屈曲可動域 (°)	手術前	117.0 ± 12.9	119.3 ± 14.5	n.s
	退院時	102.4 ± 8.1	105.3 ± 10.0	n.s
	(改善率)	88%	89%	n.s
膝関節伸展可動域 (°)	手術前	-7.9 ± 5.4	-3.8 ± 7.2	n.s
	退院時	-6.7 ± 3.9	-4.7 ± 6.3	n.s
	(改善率)	115%	76%	n.s
膝関節伸展筋力 (N/kg)	手術前	2.69 ± 1.0	2.47 ± 1.1	n.s
	退院時	1.81 ± 0.6	1.79 ± 0.7	n.s
	(改善率)	70%	72%	n.s
在院日数 (日)		19.5 ± 1.8	18.5 ± 3.3	n.s
退院時の歩行能力	杖	17 例	18 例	
	シルバーカー	1 例	0 例	
	独歩	3 例	0 例	

* 膝関節屈曲可動域と膝関節伸展筋力の改善率 = (退院時 ÷ 手術前) × 100

* 膝関節伸展可動域の改善率 = (退院時 - 手術前) ÷ (-手術前) × 100 + 100

ことが考えられる。その為、NG-ROMの実施方法を手術前から練習しておくことやNG-ROM実施時に寒冷療法を行うなど、手術後早期に使用する場合に疼痛への配慮をしながらNG-ROMを使用する必要性があると思われた。

NG-ROM導入前後で膝関節屈曲可動域の改善率に差がみられなかったことについて

獅子目ら⁵⁾は、NG-ROMの使用頻度が多いことで膝関節屈曲可動域の改善と疼痛の軽減の可能性があると述べている。また、回数、頻度としては1回10～15分程度、1日5～6回が目安とされている。本研究においてNG-ROM実施頻度は1回(15分)/日と先行研究と比べ少なく、膝関節屈曲可動域の改善率に差がみられなかった可能性がある。戸田ら⁹⁾は、TKA後の屈曲可動域の回復傾向を分析しており、回復率は術後2週までに約50%、術後3週までに約75%を示したと報告している。今回、対照群、導入群共に約90%の改善率であり、導入前より改善率が良かったことで差がみられなかった可能性も考えられる。ROMには疼痛の他に腫脹や筋緊張など影響や術式による影響も関与するが、今回は疼痛以外の要因は検討していない。その為、回数や頻度だけの効果かどうかは不明であり、NG-ROMの使用頻度や方法については、その他の要因についても考慮した上で検討する必要がある。さらに本研究においてNG-ROMが効果的であった症例の特徴を調査・検討する必要がある。

研究の限界

本研究では、疼痛に関して、NG-ROM実施前後にて疼痛の程度については聴取したが、疼痛の部位や鎮痛薬の服用状況など詳細な内容については聴取しておらず、確認する必要があった。また、手術の日時や曜日は異なり、週末対応がある場合とない場合がある為、NG-ROMの使用頻度や理学療法の頻度は異なってしまうっており、統一できていない。そして、術者や術式も統一できておらず、手術による影響も考慮する必要があった。これらの点は今後の課題とし、改善改良を行いたい。

結論

TKA後の治療にNG-ROMを導入し、実施前後の膝関節屈曲可動域と疼痛へ与える効果とNG-ROM導入前後での比較検討を行った。

膝関節屈曲可動域について、NG-ROM実施による即時的な改善は得られたが、NG-ROM導入前後でのROMの改善率に差は認めなかった。

NG-ROMの回数や頻度、使用方法について更なる検討が必要であると思われた。

【文 献】

- 1) Masaracchio M, Hanney WJ, et al. : Timing of rehabilitation on length of stay and cost in patients with hip or knee joint arthroplasty: A systematic review with meta-analysis. PLoS One. 2017; 12 (6) : e0178295.
- 2) 斉藤慎也, 望月圭一・他 : TKA後のROM訓練. 理学療法学. 1995; 23: 194.
- 3) 逢坂幸佳, 上尾豊二 : 人工膝関節全置換術後の関節可動域訓練について. 関節外科. 2005; 24 (2) : 253-257.
- 4) 木藤伸宏, 小澤淳也・他 : 変形性膝関節症 理学療法診療ガイドライン. 理学療法学. 2016; 43 (2) : 204-209.
- 5) 獅子目亨, 中根邦雄・他 : N.G.-ROM Machine使用頻度に伴う可動域の変化. 日本人工関節学会誌. 2015; 45: 763-764.
- 6) 中村隆一, 長崎浩・他 : 基礎運動学 第6版. 医歯薬出版, 2014, 536-545.
- 7) 青木昭子, 岡寛 : リウマチ科外来における痛みの評価 : Pain VisionTM による痛み度測定と Numerical Rating Scale. 日本運動器疼痛学会誌. 2017; 9: 48-53.
- 8) 角田莉奈, 佐藤和強 : ハンドヘルドダイナモメーターを用いた下肢筋力測定方法の工夫. 理学療法学. 2018; 33 (6) : 985-990.
- 9) 戸田秀彦, 戸田香・他 : 人工膝関節置換術後の屈曲可動域予測. 理学療法科学. 2011; 26 (3) : 411-415.