

学位論文

「Occupational Therapists' Perceptions of Robotics Use for
Patients With Chronic Stroke（作業療法士の視点から捉える
生活期脳卒中患者に対するロボット療法の効果）」

DM18026 猿爪 優輝

北里大学大学院医療系研究科医学専攻博士課程
感覚・運動統御医科学群
リハビリテーション科学
指導教授 高橋 香代子

著者の宣言

本学位論文は、著者の責任において実験を遂行し、得られた真実の結果に基づいて正確に作成したものに相違ないことをここに宣言する。

【背景】

近年実施された世界的な疫学調査では、2019年に世界でおよそ1200万人が新たに脳卒中を発症し、その時点での有病者はおよそ1億人にまで上ると言われている(GBD 2019 Stroke Collaborators, 2021). 本邦においても、2017年の脳血管疾患の総患者数は111万5千人とされ、悪性新生物、心不全に次いで3番目に多い(厚生労働省, 2017). これらのことから、脳卒中後の上肢麻痺を抱えるクライアントは数多く存在し、リハビリテーション専門職である作業療法士が生活期脳卒中患者の上肢麻痺に対してアプローチすることは、クライアントの生活の質を改善する上で必要不可欠なことだと考えられる.

脳卒中はその病態により神経症状が発現した状態のことを指し、代表的な症状である身体麻痺は半恒久的に残存するため、脳卒中患者の発症後の生活に大きな影響を与える. Skilbeckら(1983)によると、脳卒中患者の約85%は脳卒中発症後、上肢の運動麻痺による身体機能低下を抱えており、それが特に生活期の生活の質低下につながるとされている(Lai, 2002). つまり、生活期脳卒中患者は発症後の日常生活において上肢麻痺による制約を受けていることが考えられる.

一方、脳卒中患者の上肢麻痺に対するリハビリテーションとして、ロボットを用いた介入(以下、ロボリハ)が注目されている. 脳卒中の診療ガイドライン(American Heart Association, 2016)では、中等度から重度の上肢麻痺に対するロボットを用いた集中的な反復訓練の実施が推奨されており、上肢機能の改善がロボリハの効果の一つであることが多くの実証研究を通じて明らかにされている(Bertani, 2017). またロボリハは療法士の集中的な訓練と比べて対費用効果があるとされ(Lo, 2019)、医療資源の確保という点においても優れている. 本邦でもその重要性が高まりつつあり、2020年4月の診療報酬改定では、運動量増加機器加算として指定のロボットを用いたリハビリテーションに対する加算が新設された(中央社会保険医療協議总会, 2020). 特に作業療法分野においても、テクノロジーの活用については優先度の高い研究分野の一つとして挙げられている(Mackenzie, 2017). このことから、ロボリハは国内外で今後の発展が期待される分野といえる.

しかしながら、ロボリハについては課題も散見される. ロボリハの課題のひとつに、訓練で獲得された身体機能が日常生活上の行動に転移しないことがある. Takahashiら(2016)の臨床試験では、生活期の脳卒中患者の上肢機能がロボリハにより有意に改善したものの、日常生活における麻痺手の使用頻度の向上には帰結しなかったとされている. また近年のsystematic review(Mehrholtz, 2018)では、ロボリハが日常生活活動(以下ADL)に対しても効果があるとされているものの、分析対象となった研究のADL評価にはBarthel Indexなどの包括的指標を用いて評価されており、ADLにおける上肢の使用行動が妥当に評価されているとは言い難い. さらにADLや社会参加への効果は療法士の訓練の方が優れているという報告もある(Chen, 2020). つまりロボリハは、ICFの心身機能への改善には強みがあるものの、ロボリハを通じて獲得された心身機能が活動や参加へ汎化しないことが課題であると考えられる.

こういった課題に対して、「人々にとって目的や価値を持つ生活行為」である作業を治療の

手段や目的として扱う作業療法士の経験を分析することで、ロボリハの効果について新たな知見を得ることができるのではないかと考えた。そこで、ロボリハを経験した作業療法士を研究対象とし、その現象について研究を実施することとした。

【目的】

作業療法士の視点から、生活期脳卒中患者に対するロボリハの効果を探索することである。

【方法】

本研究は、インタビューにより得られる言語データを用いた質的記述的研究である。研究対象者は、臨床場面において発症後 6 ヶ月以上が経過した生活期脳卒中患者の上肢機能訓練のためにロボットを用いた介入経験のある作業療法士である。データ収集は、研究対象者 2～4 名で構成されるグループインタビューにより実施した。分析は、テーマ分析(Braun, 2006)の手法に準じて行い、作業療法実践の枠組みである Occupational Therapy Practice Framework, 3rd edition[以下、OTPF-3(American Occupational Therapy Association 2014)]を理論的枠組みとして採用し、分析を実施した。分析手順について、まずロボットを用いた作業療法の効果について述べられている部分を抽出し、ラベルを生成した。その後、生成したラベルを OTPF で「作業療法の効果」とされているカテゴリーへ演繹的に集約し、カテゴリー内のラベルの類似性によりサブカテゴリーを帰納的に生成した。分析の妥当性を担保するため、ロボリハの経験がない共同研究者を含めたグループにより分析内容を協議した。またインタビューと内容の解析は、質的研究を実施した経験がある作業療法士の筆者が主導して行い、ロボリハの研究に精通する研究者および他分野の専門家である研究者と共同して研究を実施することで結果や解釈の妥当性を担保するよう努めた。なお本報告は質的研究の報告ガイドラインである Journal Article Reporting Standards for Qualitative Research (Levitt, 2018) に準じている。また本研究は、北里大学医療衛生学部研究倫理委員会の承認と研究対象者の同意を得て実施している (2018-020)。

【結果】

研究対象者は 9 グループ 27 名で、作業療法士としての経験年数は平均 7.9 年 (2-17 年) で、インタビュー実施時間は平均 57.2 分 (41.1-65.3 分) であった。分析より、OTPF の 5 つのカテゴリーに対して 12 のサブカテゴリーが抽出された。ロボットを用いた作業療法における効果として挙げられたのは、「身体機能の改善」、「クライアントの価値観の変化」、「パフォーマンススキルの向上」、「作業のパフォーマンス向上」、「社会参加の促進」であった。サブテーマについて、「身体機能の改善」として挙げられたのは、上肢機能や体幹機能の改善、筋緊張の減少、肩の痛みの減少であった。「クライアントの価値観の変化」として挙げられたのは、訓練に対するアドヒアランスの向上、動機づけ、作業遂行に対する主体性の変化、運動主体感の獲得、であった。「パフォーマンススキルの向上」として挙げられたのは、身体の安定性の向上、リーチ動作の改善、歩行の変化、試行錯誤によるスキルの獲得であった。作

業療法士は、ロボットを用いた反復運動の実施により、クライアントが運動の主体感を感じられることをロボリハの心理的な効果として挙げていた。そして、このような心理的な変化は、ADL や作業の遂行へとクライアントを動機づけていると捉えていた。

【考察】

ロボットを用いた作業療法の効果として挙げられた「身体機能の改善」は、これまで多くの研究で実証されており、先行研究の知見を支持するものであった (Mehrholz, 2016)。また、Dehem ら (2019) の先行研究と同様 ICF に基づいて分析すると、心身機能として上肢機能の改善、活動として課題中の上肢機能のパフォーマンス向上がロボリハの効果として作業療法士より言及された。

一方、本研究より新たに、ロボリハにより生じた心理的な作用が媒介となりクライアントの行動を変化させる可能性が示唆された。介入を通じて心理的な作用を起こさせるためには、療法士の適切な関わりが必要であると考えられた。療法士は、ロボリハにより高強度で集中的、課題特異的な反復運動をクライアントに提供することができる (Langhorne, 2011)。本研究結果を鑑みると、療法士がクライアントの目標に合わせてロボットを活用し (Hochstenbach-Waelen and Seelen 2012)、個々の状態に合わせて適切な難易度調整をすることで (Hamilton, 2019) 動機付けを促すことが必要である。また、これまで実施されてきた臨床研究では療法士がロボットの自動介助運動モードを使用していることが多く (Basterius, 2014)、療法士がクライアントの運動主体感を感じられるようロボットを活用している可能性が考えられる。

本研究の新規性としては、このようなロボリハによる心理的な作用を明らかにした点である。これまでのロボリハの効果検証には個人因子としてのクライアントの心理的な変化を捉える評価バッテリーは用いられていない。先行研究 (Sivan, 2011) では、「ロボリハの満足度」や「ロボットへの印象」をロボリハのアウトカムとしている研究があるとされているが、本研究により示唆された動機づけや主体性などといった心理的な状況を測定する評価バッテリーは、使用されていない。本研究結果より、ロボリハを通じたクライアントの心理的な作用について妥当に評価することが必要であり、今後さらなる検討が求められることが示唆された。

今後の展望としては、身体機能だけではなくクライアントの心理的な変化も捉えた臨床試験の実施が考えられる。そこで「達成をもたらすような一連の行動を計画し実行する能力に対する信念」と定義され、作業療法士がクライアントの心理的な変化として注目する (Gage, 1994) 「自己効力感 (self-efficacy)」 (Bandura, 1997) に着目し、その評価バッテリーについて検討したところ (猿爪, 2021 ; Mashizume, 2022)、①自己効力感の測定に信頼性および妥当性が検証された評価バッテリーを用いた報告は限られていることや、②ある特定の行動に対する自己効力感ではなく全般性の自己効力感のみを測定していることなど、心理的作用としての自己効力感の測定については課題がみられた。したがって、今後は自己効力感を作業療法の効果として捉えることができる評価法の確立が、ロボリハの発展のために必要であると

考えられる。

【結論】

本研究では、ロボットを用いた作業療法の効果を探索することを目的に、ロボリハの経験がある作業療法士に対してインタビューを実施し、ロボリハの効果を作業療法士の視点から分析した。その結果、ロボリハの効果には身体機能の改善に加えて心理的な作用があることが示された。身体機能の改善はこれまでの先行研究を支持する知見であったが、心理的な作用もロボリハの効果としてあることが本研究により初めて示された。本研究によって新しく得られたこの知見は極めて新規性が高く、今後のロボリハの発展に寄与する内容であるといえるだろう。

目次

背景	1
脳卒中の疫学と後遺症による日常生活への影響	1
近年のリハビリテーションにおける潮流.....	1
ロボットの種類.....	2
脳卒中リハビリテーションにおける上肢麻痺に対するロボリハの有用性.....	2
ロボットを用いたリハビリテーションの課題.....	3
リハビリテーションにおけるロボット活用の現状.....	4
目的	4
方法	4
研究対象者	4
データ収集.....	5
データ分析.....	5
データの信用性について	6
結果	6
身体機能の改善（BODY FUNCTION）	6
クライアントの価値観の変化（VALUES）	7
パフォーマンススキルの向上（PERFORMANCE SKILLS）	8
作業のパフォーマンス向上（OCCUPATIONAL PERFORMANCE）	8
社会参加の促進（PARTICIPATION）	9
考察	9
作業療法士の視点から捉えるロボットを用いたリハビリテーション.....	9
心理的作用の評価に関する課題.....	10
本研究の限界	12
今後の展望.....	12
結論	12
引用	12

背景

脳卒中の疫学と後遺症による日常生活への影響

近年実施された世界的な疫学調査では、2019年に世界でおよそ1200万人が新たに脳卒中を発症し、その時点での有病者はおよそ1億人にまで上ると言われている(Feigin et al. 2021). 本邦においても、2017年の脳血管疾患の総患者数は111万5千人とされ、悪性新生物、心不全に次いで3番目に多い(厚生労働省 2017).

脳卒中はその病態により神経症状が発現した状態のことを指し、代表的な後遺症の症状として上下肢の身体麻痺が挙げられる。脳卒中による後遺症としての身体麻痺は半恒久的に残存するため、脳卒中患者の発症後の生活に大きな影響を与える。Skilbeckら(1983)によると、脳卒中患者の約85%は脳卒中発症後、上肢の運動麻痺による身体機能低下を抱えているとしており、特に麻痺が重度の場合は、実用的な機能までに回復する割合はわずか11%であったという報告もある(Nakayama et al. 1994). さらにADLの機能回復については、発症3ヶ月後ではほぼプラトーになることも示唆されている(Jørgensen et al. 1995). また厚生労働省(2019)によると、脳卒中は介護が必要となった主な原因で認知症に次いで2番目に多く、家族に長期的な介護負担感を与えるなど人的環境への影響も大きい(Persson et al. 2015). こういった機能障害や能力障害は脳卒中患者の生活に影響を与え、特に生活期の生活の質低下につながるとされている(Lai et al. 2002). つまり、生活期脳卒中患者は発症後の日常生活において上肢麻痺による制約を受けており、それが生活の質にも影響していることが考えられる。

近年のリハビリテーションにおける潮流

近年、リハビリテーション分野においては、脳の神経可塑性に注目して介入をするニューロリハビリテーションという考え方が流通している。ニューロリハビリテーションは明確な定義がないが、「ニューロサイエンスとその関連の研究によって明らかになった脳の理論などの知見を、リハビリテーション医療に応用した概念」とする定義もあり(道免 2015). 脳の可塑性に注目して行うリハビリテーションのことを指す。ニューロリハビリテーションでは、量依存性(dose dependent)、課題特異性(task specific)、使用依存可塑性(use dependent plasticity)を原則としており(藤原 2020). 目的に応じた訓練を、十分な量で実施することが求められている。こういった考えを基に考案された脳卒中患者に対する代表的な治療方法であるConstraint-Induced Movement Therapy(Edward Taub et al. 2006)(以下CI療法)など、科学的なエビデンスが蓄積されている手法もある。しかしながらこのCI療法は本来1日6時間の訓練が必要とされる(E. Taub et al. 1993)など、実際の訓練場面では療法士の負担が多いという意見も挙がっている(Page et al. 2002). このような背景から考えると、脳卒中患者に対しては十分な訓練量を実施する必要がある、その過程では患者自身や訓練を担当する療法士をはじめとする関係者の多くの労力を要すると考えられる。

こういった課題の解決に有効と考えられ、脳卒中患者の上肢麻痺に対するリハビリテーシ

ョンとして注目されているのが、ロボットを用いた介入（以下、ロボリハ）である。脳卒中の診療ガイドライン(Winstein et al. 2016)では、中等度から重度の上肢麻痺に対するロボットを用いた集中的な反復訓練の実施が推奨されており、他の脳卒中治療ガイドライン(Langhorne, Bernhardt, and Kwakkel 2011)においてもグレードAとして実施が推奨されている。ロボリハの源流はKrebら(1998)がrobot-aided therapyとして初めて臨床研究を行なった1990年ごろに遡るが、それ以降、世界各地で多くの臨床研究が実施され、本邦においても今後益々の発展が期待される分野であると言える。

ロボットの種類

リハビリテーションにおける上肢の運動を促すロボットには大別すると、外骨格型(Exoskeleton 型)と効果器型(End-effector 型)の2種類がある(Molteni et al. 2018)。Exoskeleton 型ロボットは身体各関節と1対1で対応し、その関節の運動制御を正確に行うものである。一方End-effector 型ロボットは、患肢の最も遠位部に作用し、ハンドルなどにより患肢の運動制御を行う。これらはどちらもリハビリテーションに用いられるロボットであるが、Veerbeekら(2017)のメタアナリシスによると、Fugl-Meyer AssessmentにおいてExoskeleton 型と比較してEnd-effect 型のロボットの方が有意な改善を認めたとされている(MD 2.59, 95% CI 0.77 to 4.41; $Z = 2.79$, $P = .005$, $I^2 = 35\%$; 19 RCTs, 24 comparisons, $N = 670$)。さらに、End-effector 型のロボットを用いた訓練は、Exoskeleton 型のロボットに比べて、前後比較にて研究対象者の上肢の能力や社会参加の向上など国際生活機能分類[International Classification of Functioning, Disability and Health, 以下ICF(World Health Organization 2001)]の活動や参加の改善に寄与したとの報告もある(Lee et al. 2020)。

このように、End-effector 型ロボットとExoskeleton 型のロボットには、それぞれがロボリハの対象者にもたらす作用に違いがあることが考えられるが、現在、リハビリテーション用のロボットとして開発されている製品には様々なものがある。高橋(2020)や内山(2020)は、上肢機能訓練用ロボットについて、そのロボットが作用する身体の部位によって分類し、分析をしており、それらを参考にいくつかの上肢機能訓練用ロボットを名称、作動部位、作動タイプ、主な訓練モードについて表にまとめた(表1)。作動部位については、上肢の各関節に分けられている：肩／肘／前腕／手関節／手指。こういったロボット毎の作用の違いについて、作動部位別のメタアナリシス(Veerbeek et al. 2017)では、脳卒中発症後の期間や介入強度に関わらず、肩および肘関節の運動機能改善にロボット療法が有用であるとされている。

脳卒中リハビリテーションにおける上肢麻痺に対するロボリハの有用性

これまで上肢機能の改善がロボリハの効果の一つであることが多くの実証研究を通じて明らかにされている。2018年に公表されたコクランレビュー(Mehrholtz et al. 2018)では、45件の無作為化比較試験(以下RCT)を分析対象としており、ロボリハが他の介入と比較して上肢機能の改善に有用であることが示されている(standardized mean difference [SMD] 0.35; 95% CI [0.18, 0.51], $p < .0001$)。さらに病期による分析をすると、ロボリハは、脳卒中

発症後 6 ヶ月以上が経過した生活期のクライアントに対して、上肢機能の改善に効果があることが示されている(Bertani et al. 2017)。こういったロボリハの身体機能への効果は、療法士が行う訓練と同等のものであるとする報告もある(A. C. Lo et al. 2010)。

またロボリハの有用性は、経済的な側面にもある。ロボットを用いた訓練は療法士の集中的な訓練と比べて対費用効果があるとされ(K. Lo, Stephenson, and Lockwood 2019)、医療資源の確保という点においても優れている。本邦でもその重要性が高まりつつあり、2020 年 4 月の診療報酬改定では、運動量増加機器加算として指定のロボットを用いたリハビリテーションに対する加算が新設された(中央社会保険医療協議会 2020)。今後は臨床現場でのロボットの活用が進み、ロボットを用いることでさらに効果的なリハビリテーションを展開していくことが期待される。以上より、ロボリハは国内外で今後の発展が期待される分野といえる。

ロボットを用いたリハビリテーションの課題

前述のようにロボリハは、脳卒中患者の上肢麻痺に対して運動機能の改善という点で強みがある。一方、ロボリハの課題のひとつに、訓練で獲得された身体機能が日常生活上の行動に転移しないことが挙げられる。Takahashi ら(2016)の臨床試験では、生活期の脳卒中患者の上肢機能がロボリハにより有意に改善したものの、日常生活における麻痺手の使用頻度の向上には帰結しなかったとされている。また近年の systematic review(Mehrholtz et al. 2018)では、ロボリハが ADL に対しても効果があるとされているものの (SMD= 0.37, 95% confidence interval [CI] [0.11, 0.64], $p = .005$)、対象となった研究の ADL 評価には Barthel Index や Functional Independent Measure といった包括的指標を用いて評価されており、ADL における上肢の使用行動が妥当に評価されているとは言い難い。加えて、大規模なレビューであるが、ロボリハの ADL に対する効果は研究間の結果のばらつきを示す異質性が高いため ($I^2 = 59\%$)、結果の解釈には注意が必要であることも警鐘を鳴らされている。異質性が高い理由には、ロボットの種類や訓練実施期間、研究対象者の属性、対照群の設定にばらつきがあることが挙げられる。さらに ADL や社会参加への効果は療法士の訓練の方が優れているというレビュー結果もあることから(Z. Chen et al. 2020)、ロボリハにおける身体機能の変化と ADL や社会参加といった行動の変化について一致した見解が得られていないのが現状である。以上より、ロボリハは ICF の心身機能への改善には強みがあるものの、ロボリハを通じて獲得された心身機能が活動や参加へ汎化しないことが課題であると考えられる。

こういった課題に対して療法士は、行動学的なアプローチを実施することにより、ロボット療法で獲得した上肢機能を ADL や社会参加に反映させようと試みている。例えば Fasoli ら(2019)は、運動学習のコンセプトを基盤とした Home Action Plan をロボット療法と併用し、クライアントの日常生活における麻痺手の使用を促すことを試みている。本邦でも、CI 療法のコンセプトを基にして、課題志向型訓練や Transfer package をロボット療法と併用し、ロボリハにて獲得した上肢機能を日常生活における麻痺手の使用に結びつけられるよう介入している(Takebayashi et al. 2018)。以上のように、ロボットを用いたリハビリテーションの課題は、「訓練で獲得した上肢機能を日常生活へどのように汎化させるか」ということにあり、

現状では行動学的なアプローチを併用することで課題の解決が試みられているものの、依然として不明な点が多い状況である。

リハビリテーションにおけるロボット活用の現状

近年ではロボットの有用性が示されつつあるが、臨床におけるロボットの活用は限定的である。Chen ら(2011)は、リハビリテーションにおけるロボットを含むテクノロジー普及の阻害因子について分析しており、新たな機器の活用は療法士意思決定だけではなく、クライアントのニーズや職場の理解にも左右されるため、様々な要因が複雑に絡み合い影響していると述べている。一方、理学療法士や作業療法士などの専門職種のロボットに対するニーズを調査した研究では、療法士が求めるロボットの特性として「様々な方向への動作が可能であること、座位で使用できること、特定の日常生活活動を想起できるような視覚的情報があること」など、様々なニーズが挙げられており、今後の発展が期待されていると考えられる。特に作業療法分野においては、テクノロジーの活用については優先度の高い研究分野の一つとして挙げられていることから(Mackenzie et al. 2017)、臨床におけるテクノロジーの活用経験からその有用性を探索し、作業療法士がどのようにロボットを活用しているかを明らかにする必要があると考え、本研究を実施した。当分析により、作業療法士がロボリハに対する認識や理解を深めることで、作業療法におけるロボリハの位置付けが明確になると考えた。

目的

作業療法士の視点から、生活期脳卒中患者に対するロボリハの効果を探ることである。

方法

本研究は、インタビューにより得られる言語データを用いた質的記述的研究である。Diers(1980)は、研究デザインを決定する場合は研究疑問に合わせた適切な手法を選ぶ必要があるとしていることから、数量化ではなく現象の探索を目的とする場合は、質的探索的な研究手法を用いる必要があると考えた。本研究の研究疑問は、「作業療法士の視点から見たロボリハの効果」であり、数量化によるロボリハの効果検証あるいは実証ではなく作業療法士の経験から現象を分析することであった。従って研究デザインは質的記述的研究デザインとし、インタビューにより収集した言語的データを分析することで現象の探索を行なった。倫理的配慮として、本研究は北里大学医療衛生学部倫理審査委員会により審議を受け、機関長の承認を得て研究を実施した(2018-020)。なお、本報告は、質的研究の報告ガイドラインである Journal Article Reporting Standards for Qualitative Research (Levitt et al. 2018)に従って記載した。

研究対象者

本研究の研究対象者は、発症後 6 ヶ月以上が経過した生活期脳卒中患者に対して、上肢用ロボット型運動訓練装置 ReoGo-J (帝人ファーマ社製、図 1) を用いて介入した経験のある作業療法士である。研究対象となる作業療法士は、病院やクリニックなど日本の医療施設に

勤務しており、入院あるいは外来の脳卒中患者に対して作業療法を実施している者である。研究対象者は、目的적サンプリングによって抽出された。まず初めに、研究担当者（猿爪優輝）が ReoGo-J を用いた臨床研究 (Takebayashi et al. 2018) に参加している作業療法士に本研究への参加および勤務先での研究対象者の募集を依頼した。研究対象者の募集については、転用可能性を高めることを目的として、様々な経験年数の作業療法士でフォーカスグループを構成した。経験年数を限定しないことで作業療法士のロボットに対する印象に偏りが出ないことを考慮した。前述の臨床研究では、作業療法士が ReoGo-J を用いて 1 回 1 時間のセッションを週 3 回、計 10 週間の介入を経験している。なお、本研究の分析対象となった ReoGo-J は、前述の運動量増加機器加算の加算対象となる機器のひとつであり、日本国内で用いられる上肢機能訓練用のロボットとして代表的なものである。

データ収集

データ収集は、研究対象者である作業療法士 2～4 名で構成されたフォーカスグループインタビューにより実施した。インタビューは筆者（猿爪優輝）がファシリテーターとして実施した。インタビュー時にはインタビューガイド（表 2）を用いた。筆者は作業療法士の国家資格を有する作業療法士で、以前にインタビューによるデータ収集および質的研究の論文執筆の経験がある。臨床におけるロボリハの経験はなく、ロボリハ実施場面の見学を経験している。フォーカスグループインタビューによるデータ収集は、他の手法と比べて仮説の生成あるいはより深い現象理解を目的とした場合に有用である (ウヴェ・フリック, 小田博志 (訳) 2011)。

データ分析

データ分析は、質的研究の分析手法の一つである Thematic analysis (Braun and Clarke 2006) に準じて行なった。Thematic Analysis は、“flexible”であることが特徴とされており、分析の過程で①インタビューデータからの事象のパターンを探索する帰納的分析と、②先行研究や理論から事象のパターンを探索する演繹的分析を合わせて行うことができる分析方法である。本研究では、作業療法士の一般的な視点から作業療法士の経験についてパターンを演繹的に探索しつつ、データから新規的なテーマを帰納的に抽出することを目指したため、本研究手法が合致すると考えた。

分析手順について、まずインタビュー音声文字起こししてスクリプトを作成した。その後、「ロボットを用いた作業療法の効果」について述べられた部分を抽出し、コードを作成した。次に、生成したコードを OTPF のドメインを参照し、演繹的にテーマを生成した。さらに、生成されたテーマ内のコードについて、内容の類似性によりサブテーマを生成した。最後に、テーマおよびサブテーマの分類について、ロボットを用いた介入経験のない共同研究者と協議し、内容の妥当性を担保した。筆者が分析全体を統括し、言語データからコードを生成した。生成されたコードは、American Occupational Therapy Association が提唱している OTPF-3 で作業療法に関連するとされている domain（領域）に対して演繹的に分類され

た。OTPF-3 の domain は 5 領域 24 因子に分類されており、この領域は作業療法士の活動範囲や、知識・技術が及ぶ範囲として考えられている。OTPF-3 は、作業療法実践の枠組みを体系的に説明したものであり、「作業療法の枠組み」からロボリハの効果を捉えることを目的とした本研究の目的に合致すると判断し、本研究の理論的枠組みとして採用した。演繹的な分析により生成されたテーマについて、テーマ内のラベルの内容の類似性により帰納的にサブテーマを生成した。データの飽和については、「新たにテーマやサブテーマが出現しなくなる段階」とし、先行研究(Hennink, Kaiser, and Marconi 2017)を参照して 9 つのフォーカスグループインタビュー終了時をテーマの飽和と判断した。データ分析の際、質的分析のソフトウェアである MAXQDA (VERBI, Berlin, Germany) を用いた。

データの信用性について

質的研究の評価基準として挙げられるのは、信用性 (Creditability)、転用可能性 (Transferability)、確証性 (Confirmability) である(Guba 1981)。信用性 (Creditability) は研究者が記載している解釈が真実をいかに正確に表現しているかを判断する基準で、データ収集に直接関わりのない研究者などから批評を受けることにより、担保される。本研究では、ロボリハの経験がない他領域を専門とする作業療法士と共同して分析を行うことで、結果の信用性の担保に努めた。転用可能性 (Transferability) は、研究結果が他の状況にも当てはまるかどうかを判断する基準で、情報量が豊かで、多領域に共通するような枠組みから説明することで、担保される。本研究では、理論的枠組みとして OTPF-3 を採用し作業療法の普遍的な視点から分析をすることで、一般的な作業療法として解釈ができるよう転用可能性を担保した。確証性 (Confirmability) は、研究者の解釈が収集されたデータに基づいているかを判断する基準で、データ収集あるいはデータ分析の過程を明示することで担保される。本研究では、研究方法、分析のプロセス、分析結果を十分に示すことで結果の確証性を担保した。

結果

研究対象者は 9 グループ 27 名で、作業療法士としての経験年数は平均 7.9 年 (2-17 年)、インタビュー実施時間は平均 57.2 分 (41.1-65.3 分) であった (表 3)。研究対象となった 9 グループはそれぞれ研究対象者の勤務地ごとに編成され、インタビュー実施場所は北海道 2 件、東北地方 2 件、関東地方 2 件、中部地方 1 件、中国地方 1 件、九州地方 1 件であった。分析より、OTPF-3 の 5 つのカテゴリーに対して 12 のサブカテゴリー (斜体で表記) が抽出された。ロボットを用いた作業療法における効果として挙げられたのは、OTPF-3 の「身体機能の改善 (Body function)」、「クライアントの価値観の変化 (Values)」、「パフォーマンススキルの向上 (Performance skills)」、「作業のパフォーマンス向上 (Occupational performance)」、「社会参加の促進 (Participation)」であった。また分析結果は、表にまとめた (表 4)。

身体機能の改善 (Body function)

ロボット療法の効果として全てのグループで挙げられていたのが、*上肢機能の改善*である。

ロボットを用いた介入を経験した作業療法士は、生活での麻痺手の使用に結びつけるための上肢機能改善を目的として、作業療法においてロボットを手段として活用していた。徒手的な方法に比べて、運動範囲や回数を構造化することができ、定量的な訓練を提供できることがメリットとして挙げられた。その上肢機能の改善に影響する変化として、特に挙げられたのが、筋緊張の減少と痛みの改善である。このような変化に応じて、体幹機能の変化を効果と捉えるセラピストもいた。

P17: やっぱり緊張、元々高くなっている方とかでも、その（麻痺手をロボットで）動かすことでやっぱり緊張とかも落ちている方とかもいらっしやったりとかはしていましたね。

P9: めっちゃ姿勢悪かったのが、もう亜脱臼しまくりで肩痛くてっていう、その段階からあれ（ReoGo-J）やったんやな。（適応）ギリギリのラインで、でもこう、グッと（体幹が）起きて、痛み言わないもんね。

上肢の反復運動訓練をターゲットにしたロボットを用いるため主なメインアウトカムは上肢機能の改善であるが、P9 はそれに付随した体幹機能の改善について述べた。

P9: ああいう反復的に抵抗がかかるとか、安全な位置で同じように（訓練が）できるっていうのは、上肢にもいいし、体幹にもいいし。延いては多分、歩行にも影響するしみたいな、全体のバランスとしてすごくいいなっていうところですね。

クライアントの価値観の変化（Values）

ロボットを用いたことにより身体機能の改善が見られ、それがクライアントにとって、それまで取り組んでいなかったことに挑戦する動機づけとなっていた。また、ロボットを用いることの利点として、セラピストがクライアントの運動に直接作用することがないため、重度の麻痺患者であっても運動主体感が得られることが特徴として挙げられた。さらに、ロボットを使用することで時間や回数により訓練が構造化されることにより、運動主体感と合わせて訓練に対するアドヒアランスの向上が観察された。

P5: これ（ReoGo）はもうあくまで、本人主体でやってるので。身体の動かし自体も能動でずっとやってるもんですから、考えとか、行動とか発言自体もわりと主体的な感じになるのかもしれないなあ。なんか結構、達成感あるみたいですね。何分、とかって言うてこう、決めて。まあ研究だと形上 40 分って決めてたのもありますけど、「ああ 40 分やり切った！」みたいな感じで、プログラムとしては 10 週間ですね。「一つ、何かやり切る」みたいな感じって言うのはすごくあったみたいで。

ロボットを用いることで、クライアント自身が訓練に前向きに取り組むことができ、その

変化は作業遂行に対する主体性へと変化していった。

P4: ロボットをきっかけに、「自分で能動的に動く」というか、ロボットだけでなく、ロボットで「あ、自分結構できんじゃない！」みたいな感じに思えて、で、他のところにもチャレンジしていった。

パフォーマンススキルの向上 (Performance skills)

ロボットを用いた訓練による効果として特徴的に挙げられたのは、*試行錯誤*によるスキル獲得である。これは、ロボットにより決められた範囲の中でクライアントが運動主体感を持って訓練に取り組むことができたため生じた。研究対象者は、クライアントに運動のイメージを持ってもらいやすいことがロボットの特徴であると捉えていた。試行錯誤により生じたスキルの変化として挙げられた点は、*身体の安定性の向上*や*リーチ動作の改善*であった。これらは、ロボットによる上肢の反復訓練によりもたらされた。

P10: 外旋の動き、なかなかイメージがつかない方がいて、で、ReoGo でやってみて、「あ、こういう動きなんだ」というのが、結構気づけて、日に日にできる、こう「うーん」とやりながら、だんだんできる回数が増えてきて、っていう方がいて、それは ReoGo でやってもらって、で、その後生活の動作をすると、やっぱり外旋の動作ができるので、リーチの範囲も広がって来たりっていう方はいました。

また副次的な効果として、*歩行の変化*が挙げられた。

P19: 手がやっぱり緩んでくれると、その腕の重たさが、締め付けている力がバランスの方にとれるので、やっぱり歩行だったりとかっていうところでスムーズになると思いますし。

作業のパフォーマンス向上 (Occupational performance)

ロボットを用いた作業療法の効果として挙げられた。ロボットを用いた作業療法により獲得された身体機能や、作業を行うことに対する主体性が影響してクライアントが作業遂行するようになったとされた。このように作業療法士は、ロボットを用いた介入により獲得された身体機能を回復段階に結びつけ、作業のパフォーマンス向上に影響を与えた。作業療法士は、対象となるクライアントが遂行を目指す作業において必要な機能を獲得する手段として、ロボットを用いていた。

P25: 訪問リハもやっているんで、電気のスイッチの on/off とかですね。それはやっぱり、前から練習はしていたんですけど、ロボットでやってる、やり出した時の方がやっぱり、(肩が) ちょっとスムーズに上がるようにはなったかな。

社会参加の促進 (Participation)

麻痺手を日常生活で使用することで作業に従事したことは、ロボット療法を通じて獲得された身体機能改善による変化の一つだとされた。さらに、ロボットを用いた身体機能訓練により主体性や動機付けに変化が起こったことが相乗効果として関わり、社会参加としてクライアントが望んだ作業への従事も効果として挙げられた。ロボットにより獲得された機能がクライアントの参加に結びついたことを P22 は以下のように語った。

P22:その後、その方は就労の、お仕事のリハビリの方に移行していったので、その中でお仕事の中で麻痺手が使えることを、その職員と話をして、うまく麻痺手を使いながら仕事ができるっていうのを目指してやっていったんですけど、なんで結局、機能が上がれば患者さんが（麻痺手を）使えることが増えて、で、その方の、その方だと就労にうまく繋がっていくような部分もやっばあったので。

考察

本研究では、作業療法士に対するインタビューを通じて、作業療法士の視点からロボット療法の効果について分析した。その結果、作業療法士がロボットを活用し、ロボリハの対象となるクライアントの活動や社会参加を促進させようとしていることが示唆された。先行研究(Hamilton et al. 2019)でも示されているように作業療法士がテクノロジーを「作業療法を補助する (adjunct) もの」と捉えていることから、作業療法士がクライアント（作業療法の対象者となる人々）の健康と幸福を促進することを目的として(日本作業療法士協会 2018)、ロボットを介入の手段として活用していることが本研究より示唆された。

作業療法士の視点から捉えるロボットを用いたリハビリテーション

本研究では、上記のような利点を持つロボットを用いた作業療法士の経験を元に、その作用機序と効果が OTPF-3 を通じて示された。OTPF-3 では、作業療法士の専門性について「Occupational therapy practitioners focus on the use of occupations to promote health, well-being, and participation in life」とされており、作業療法士は様々な手段を用いて、クライアントの健康と幸福を促進する専門職種である(日本作業療法士協会 2018)とされている。本研究結果から作業療法士は、作業療法をより高める手段としてロボットを用いており、その作用を身体機能のみならず、心理的な作用や活動に対する影響などより包括的に捉えていることが示唆された。そのような作業療法を補助するロボットの使い方は先行研究でも重要であるとされており(Hamilton et al. 2019)、作業療法士が持つ独自の視点からロボットを有効に活用することが必要であると考えられた。

作業療法士は OTPF-3 を通じて示されたロボットを用いた作業療法の効果としての心身機能の変化を包括的に捉えている。Fasoli ら(2004)は、ロボット療法を行う利点を「ある特定の運動パターンを自動的に練習することができること、ロボリハの対象者のニーズに合わせ

て介助量や抵抗の程度をプログラムとして組むことができること、運動量について客観的な評価ができること」としている。前述のような特徴のあるロボットを用いた作業療法の効果として挙げられた「身体機能の改善」は、これまで多くの研究で実証されており、先行研究の知見を支持するものであった (Mehrholz, 2016)。また、Dehem ら(2019)の先行研究と同様 ICF に基づいて分析すると、心身機能として上肢機能の改善、活動として課題中の上肢機能のパフォーマンス向上がロボリハの効果として作業療法士へのインタビューより明らかとなった。さらに本研究では、運動主体感や動機づけなど、ICF では個人因子に位置付けられる心理的な作用についても言及され、作業療法士がロボットを手段として活用し、その作用を包括的に捉えることでクライアントの作業遂行を支援しようとしていることが考えられる。

クライアントの心理的な変化をもたらすためには、療法士の適切な関わりが必要であると考えられた。療法士は、ロボリハにより高強度で集中的、課題特異的な反復運動をクライアントに提供することができる (Langhorne, Bernhardt, and Kwakkel 2011)。一方、近年の脳卒中患者に対するアプローチの理論的基盤 (Edward Taub, Uswatte, and Elbert 2002) を鑑みると、麻痺手の訓練ではただ単に関節の反復運動を起こさせるだけでは不十分であり、課題の特異性に合わせた課題の反復練習が必要であることが考えられる。本研究結果より、作業療法士が作業療法においてロボットを活用する際にはクライアントの目標に応じて介入内容を選択し (Hochstenbach-Waelen and Seelen 2012)、クライアント個々の状態に合わせて適切な難易度調整をすることで (Hamilton, 2019) クライアントの運動主体感や動機づけを促している可能性があると考えられた。また、これまで実施されてきた臨床研究では療法士がロボットの自動介助運動モードを使用していることが多いことから (Basteris et al. 2014)、療法士がクライアントが運動主体感を感じられるようロボットを活用している可能性が考えられる。さらに、他動的な動きの多い外骨格型ロボット (Exoskeleton 型) を使用した場合に比べて、自発的な動きを要する end-effector 型ロボットを用いた方が ICF の活動や参加を促したとする比較研究もあることから (Lee et al. 2020)、療法士がクライアントにとって「自ら操作している感覚」が生じるような設定でロボットを活用しており、ロボットにより獲得した心身機能をクライアントの活動や参加に結びつけようとしている可能性が考えられた。このように、本研究で示唆された心理的な作用を生じるためには、作業療法士の観点から適切な訓練を実施する必要があると考えられた。

心理的作用の評価に関する課題

本研究の新規性としては、ロボリハによる心理的な作用を明らかにした点である。しかしながら、これまで実施されてきたロボリハの効果検証には個人因子としての心理的な変化を捉える評価バッテリーは用いられていない。Sivan らの先行研究 (Sivan et al. 2011) では、ロボリハの臨床試験で用いられた評価バッテリーについて ICF を枠組みとしてまとめられている。先行研究によると、クライアントの個人因子として「ロボリハの満足度」や「ロボットへの印象」など、ロボリハに対する主観的な情報をアウトカムとしている研究が存在するが、本研究により示唆されたクライアントの動機づけや主体性などといった、ロボリハ以外の行動

に影響を及ぼしうる心理的な状況を測定する評価バッテリーは、使用されていない。

前述した評価バッテリーの課題について、作業療法におけるロボリハの心理的作用については、先行研究(Gage and Polatajko 1994)にて作業療法の職業的な信念にも深い関係があるとされる「自己効力感(self-efficacy)」に着目した。「自己効力感」は、「達成をもたらすような一連の行動を計画し実行する能力に対する信念」と定義される行動心理学的な概念で(Bandura, Freeman, and Lightsey 1999), 人の作業遂行を支援する作業療法士にとって作業を通じたクライアントの自己効力感の変化に注目することが必要である(Takahashi 2007). 自己効力感は脳卒中患者のリハビリテーションに対するモチベーションへ影響を与える因子の一つとされ[correlation effect size=0.41, $p<0.01$ (Cheong, Kang, and Kang 2021)], 本研究の研究対象である作業療法士が実施した脳卒中患者に対する作業療法介入においても重要な心理的概念であると考えられた。そこで、本研究結果の「作業療法における心理的作用」としての自己効力感について、臨床研究で使用されている自己効力感の評価バッテリーについて検討した(猿爪 and 高橋 2021; Mashizume and Takahashi 2022). まず、作業療法における自己効力感に関する本邦の現状について把握することを目的に、「作業療法」、「自己効力感」、「効果」を検索語とした文献検索(2021)では、結果として9件の研究論文が対象となり、分析対象となった論文で自己効力感の測定に用いられた評価尺度は、Pain Self Efficacy Questionnaire(Adachi et al. 2014), 転倒自己効力感尺度(征矢野, 村嶋, and 武藤 2005), 一般性セルフ・エフィカシー尺度(坂野 and 東條 1986)の3つであった。英語論文を対象に実施した文献検索(2022)では、結果として以下の評価バッテリーが自己効力感の測定に用いられていた: the Self-efficacy gauge (Gage et al. 1994), Generalized Self-efficacy Scale (J. Weinman, S. Wrigyt., M. Johnston. 1995), Self-linking/Self-Efficacy scale (Tafarodi and Swann 1995), chronic disease self-efficacy scale (Kate Lorig et al. 1996), perception of self-efficacy (Sharon 2002), Pain Self-efficacy Questionnaire (Adachi et al. 2014), Rheumatoid Arthritis Self-Efficacy Scale (K. Lorig et al. 1989), Joint Protection Self-efficacy Scale (Niedermann et al. 2011), Adelaide Driving Self-Efficacy Scale (George, Clark, and Crotty 2007), Possibilities for Activity Scale (Pergolotti and Cutchin 2015), Confidence in Arm and Hand Movement (Fasoli and Adans-Dester 2019), Parenting Sense of Efficacy Measure (Jamali 2012). これらの結果から、①自己効力感の測定に信頼性および妥当性が検証された評価バッテリーを用いた報告は限られていることや、②ある特定の行動に対する自己効力感ではなく全般性の自己効力感のみを測定していること、③既存の評価バッテリーは全般性の自己効力感や疾患特異的な自己効力感の測定を対象としておりクライアント個々が作業にもつ意味性や目的性が考慮されないことなど、作業療法における心理的作用としての自己効力感の測定については課題がみられた。したがって、今後は作業療法におけるクライアントの自己効力感を捉えることができる評価法の確立が、作業療法におけるロボリハの発展のために必要であると考えられる。以上、本研究結果より、ロボリハを通じたクライアントの心理的な作用について妥当に評価することが必要であり、今後さらなる検討が求められることが示唆された。

本研究の限界

本研究の限界は、単一の国の作業療法士を対象としている点である。ロボリハの実施は、国ごとの制度や文化により影響を受けることが予想される。本研究の研究対象者は日本で勤務する作業療法士であるため、医療保険の制度的な影響を受けている。そのため、本研究結果の解釈には十分注意が必要であり、文化背景や保健制度を加味した解釈が必要である。

また、分析の対象が単一のロボットの使用経験であることが本研究の限界である。ロボリハに用いられる機器はそれぞれ異なる特性を持つため、ロボットごとで訓練の対象となる脳卒中患者に生じる作用には違いがあることが考えられる。特に今回対象となった ReoGo-J は日本国内のみで使用されていることが予想され、世界的に普及している機器ではない。そのため、本研究結果の一般化には限界があり解釈には注意が必要である。

今後の展望

今後の展望としては、身体機能だけではなくロボリハを受ける脳卒中患者の心理的な変化も捉えたロボットを活用した臨床試験の実施が考えられる。

結論

本研究では、ロボットを用いた作業療法の効果を探索することを目的に、ロボリハの経験がある作業療法士に対してインタビューを実施し、ロボリハの効果を作業療法士の視点から分析した。その結果、ロボリハの効果には身体機能の改善に加えて心理的な作用があることが示された。身体機能の改善はこれまでの先行研究を支持する知見であったが、心理的な作用もロボリハの効果としてあることが本研究により初めて示された。本研究によって得られたこの知見は極めて新規性が高く、今後のロボリハの発展に寄与する内容であるといえるだろう。

引用

- Adachi T, Nakae A, Maruo T, Shi K, Shibata M, Maeda L, Saitoh Y, Sasaki J. 2014. "Validation of the Japanese Version of the Pain Self-Efficacy Questionnaire in Japanese Patients with Chronic Pain." *Pain Medicine* 15 (8): 1405–17.
- American Occupational Therapy Association. 2014. "Occupational Therapy Practice Framework: Domain and Process (3rd Edition)." *The American Journal of Occupational Therapy: Official Publication of the American Occupational Therapy Association* 68 (Supplement_1): S1–48.
- Bandura A, Freeman WH, Lightsey R. 1997. "Self-Efficacy: The Exercise of Control." New york: W.H. Freeman.

- Basteris A, Nijenhuis SM, Stienen AH, Buurke JH, Prange GB, Amirabdollahian F. 2014. "Training Modalities in Robot-Mediated Upper Limb Rehabilitation in Stroke: A Framework for Classification Based on a Systematic Review." *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation* 11 (July): 111.
- Bertani R, Melegari C, De Cola MC, Bramanti A, Bramanti P, Calabrò RS. 2017. "Effects of Robot-Assisted Upper Limb Rehabilitation in Stroke Patients: A Systematic Review with Meta-Analysis." *Neurological Sciences: Official Journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology* 38 (9): 1561–69.
- Braun V, Clarke V. 2006. "Using Thematic Analysis in Psychology." *Qualitative Research in Psychology* 3 (2): 77–101.
- Chen CC, Bode RK. 2011. "Factors Influencing Therapists' Decision-Making in the Acceptance of New Technology Devices in Stroke Rehabilitation." *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation / Association of Academic Physiatrists* 90 (5): 415–25.
- Chen Z, Wang C, Fan W, Gu M, Yasin G, Xiao S, Huang J, Huang X. 2020. "Robot-Assisted Arm Training versus Therapist-Mediated Training after Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Journal of Healthcare Engineering* 2020 (October): 8810867.
- Cheong MJ, Kang Y, Kang HW. 2021. "Psychosocial Factors Related to Stroke Patients' Rehabilitation Motivation: A Scoping Review and Meta-Analysis Focused on South Korea." *Healthcare (Basel, Switzerland)* 9 (9). <https://doi.org/10.3390/healthcare9091211>.
- Dehem S, Gilliaux M, Stoquart G, Detrembleur C, Jacquemin G, Palumbo S, Frederick A, Lejeune T. 2019. "Effectiveness of Upper-Limb Robotic-Assisted Therapy in the Early Rehabilitation Phase after Stroke: A Single-Blind, Randomised, Controlled Trial." *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 62 (5): 313–20.
- Diers BD. 1980. "Research in Nursing Practice.": Pennsylvania, Lippincott.
- Fasoli SE, Adans-Dester CP. 2019. "A Paradigm Shift: Rehabilitation Robotics, Cognitive Skills Training, and Function After Stroke." *Frontiers in Neurology* 10 (October): 1088.
- Fasoli SE, Krebs HI, Hogan N. 2004. "Robotic Technology and Stroke Rehabilitation: Translating Research into Practice." *Topics in Stroke Rehabilitation* 11 (4): 11–19.
- Feigin VL, Stark BA, Johnson CO, Roth GA, Bisignano C, Abady GG, et al. 2021.

- “Global, Regional, and National Burden of Stroke and Its Risk Factors, 1990–2019: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019.” *Lancet Neurology* 20 (10): 795–820.
- Gage M, Polatajko HJ, Kaspar V. 1994. “Measuring Perceived Self-Efficacy in Occupational Therapy.” *The American Journal of Occupational Therapy: Official Publication of the American Occupational Therapy Association* 48 (9): 783–90.
- Gage M, Polatajko H. 1994. “Enhancing Occupational Performance through an Understanding of Perceived Self-Efficacy.” *The American Journal of Occupational Therapy: Official Publication of the American Occupational Therapy Association* 48 (5): 452–61.
- George S, Clark M, Crotty M. 2007. “Development of the Adelaide Driving Self-Efficacy Scale.” *Clinical Rehabilitation* 21 (1): 56–61.
- Guba EG. 1981. “Criteria for Assessing the Trustworthiness of Naturalistic Inquiries.” *ECTJ* 29 (2): 75.
- Hamilton C, Lovarini M, McCluskey A, Folly de Campos T, Hassett L. 2019. “Experiences of Therapists Using Feedback-Based Technology to Improve Physical Function in Rehabilitation Settings: A Qualitative Systematic Review.” *Disability and Rehabilitation* 41 (15): 1739–50.
- Hennink MM, Kaiser BN, Marconi VC. 2017. “Code Saturation Versus Meaning Saturation: How Many Interviews Are Enough?” *Qualitative Health Research* 27 (4): 591–608.
- Hochstenbach-Waelen A, Seelen HA. 2012. “Embracing Change: Practical and Theoretical Considerations for Successful Implementation of Technology Assisting Upper Limb Training in Stroke.” *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation* 9 (August): 52.
- J. Weinman, S, M. Johnston., ed. 1995. “Generalized Self-Efficacy Scale.” In *Measures in Health Psychology: A User’s Portfolio*, 35–37. UK: Winsdor.
- Jamali NR. 2012. “Psychometric Characteristic of Parenting Self-Efficacy Measurement (PSEM) Among Families of Preschool Children in Mashad.” Master of Science, Mashhad: Ferdosi University.
- Jørgensen HS, Nakayama H, Raaschou HO, Olsen TS. 1995. “Recovery of Walking Function in Stroke Patients: The Copenhagen Stroke Study.” *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 76 (1): 27–32.
- Krebs HI, Hogan N, Aisen ML, Volpe BT. 1998. “Robot-Aided Neurorehabilitation.” *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering: A Publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* 6 (1): 75–87.
- Lai SM, Studenski S, Duncan PW, Perera S. 2002. “Persisting Consequences of Stroke

- Measured by the Stroke Impact Scale.” *Stroke; a Journal of Cerebral Circulation* 33 (7): 1840–44.
- Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. 2011. “Stroke Rehabilitation.” *The Lancet* 377 (9778): 1693–1702.
- Lee SH, Park G, Cho DY, Kim HY, Lee JY, Kim S, Park SB, Shin JH. 2020. “Comparisons between End-Effector and Exoskeleton Rehabilitation Robots Regarding Upper Extremity Function among Chronic Stroke Patients with Moderate-to-Severe Upper Limb Impairment.” *Scientific Reports* 10 (1): 1806.
- Levitt HM, Bamberg M, Creswell JW, Frost DM, Josselson R, Suárez-Orozco C. 2018. “Journal Article Reporting Standards for Qualitative Primary, Qualitative Meta-Analytic, and Mixed Methods Research in Psychology: The APA Publications and Communications Board Task Force Report.” *The American Psychologist* 73 (1): 26–46.
- Lo AC, Guarino PD, Richards LG, Haselkorn JK, Wittenberg GF, Federman DG, et al. 2010. “Robot-Assisted Therapy for Long-Term Upper-Limb Impairment after Stroke.” *The New England Journal of Medicine* 362 (19): 1772–83.
- Lo K, Stephenson M, Lockwood C. 2019. “The Economic Cost of Robotic Rehabilitation for Adult Stroke Patients: A Systematic Review.” *JBIR Database of Systematic Reviews and Implementation Reports* 17 (4): 520–47.
- Lorig K, Chastain RL, Ung E, Shoor S, Holman HR. 1989. “Development and Evaluation of a Scale to Measure Perceived Self-Efficacy in People with Arthritis.” *Arthritis and Rheumatism* 32 (1): 37–44.
- Lorig K, Stewart A, Ritter P, Gonzalez V, Lynch J, Laurent D. 1996. *Outcome Measures for Health Education and Other Health Care Interventions*. SAGE.
- Mackenzie L, Coppola S, Alvarez L, Cibule L, Maltsev S, Loh SY, et al. 2017. “International Occupational Therapy Research Priorities.” *OTJR: Occupation, Participation and Health* 37 (2): 72–81.
- Mashizume Y, Takahashi K. 2022. “Measurement Scale of Self-Efficacy as an Outcome of Occupational Therapy: A Scoping Review.” presented at the WFOT International Congress and Exhibition 2022.
- Mehrholtz J, Pohl M, Platz T, Kugler J, Elsner B. 2018. “Electromechanical and Robot - assisted Arm Training for Improving Activities of Daily Living, Arm Function, and Arm Muscle Strength after Stroke.” *Cochrane Database of Systematic Reviews*, no. 9. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006876.pub5>.
- Molteni F, Gasperini G, Cannaviello G, Guanzioli E. 2018. “Exoskeleton and End-Effector Robots for Upper and Lower Limbs Rehabilitation: Narrative Review.” *PM & R: The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation* 10 (9

Suppl 2): S174–88.

- Nakayama H, Jørgensen HS, Raaschou HO, Olsen TS. 1994. "Recovery of Upper Extremity Function in Stroke Patients: The Copenhagen Stroke Study." *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 75 (4): 394–98.
- Niedermann K, Forster A, Ciurea A, Hammond A, Uebelhart D, de Bie R. 2011. "Development and Psychometric Properties of a Joint Protection Self-Efficacy Scale." *Scandinavian Journal of Occupational Therapy* 18 (2): 143–52.
- Page SJ, Levine P, Sisto S, Bond Q, Johnston MV. 2002. "Stroke Patients' and Therapists' Opinions of Constraint-Induced Movement Therapy." *Clinical Rehabilitation* 16 (1): 55–60.
- Pergolotti M, Cutchin MP. 2015. "The Possibilities for Activity Scale (PActS): Development, Validity, and Reliability." *Canadian Journal of Occupational Therapy. Revue Canadienne d'ergothérapie* 82 (2): 85–92.
- Persson J, Holmegaard L, Karlberg L, Redfors P, Jood K, Jern C, et al. 2015. "Spouses of Stroke Survivors Report Reduced Health-Related Quality of Life Even in Long-Term Follow-Up." *Stroke; a Journal of Cerebral Circulation* 46 (9): 2584–90.
- Sharon, A. 2002. "Relationship between Psychosocial Variables, Function and Return to Work after Work Injury (in Hebrew)[Thesis]." *Tel Aviv University*.
- Sivan M, O'Connor RJ, Makower S, Levesley M, Bhakta B. 2011. "Systematic Review of Outcome Measures Used in the Evaluation of Robot-Assisted Upper Limb Exercise in Stroke." *Journal of Rehabilitation Medicine: Official Journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine* 43 (3): 181–89.
- Skilbeck CE, Wade DT, Hewer RL, Wood VA. 1983. "Recovery after Stroke." *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 46 (1): 5–8.
- Tafarodi RW, Swann Jr WB. 1995. "Self-Liking and Self-Competence as Dimensions of Global Self-Esteem: Initial Validation of a Measure." *Journal of Personality Assessment* 65 (2): 322–42.
- Takahashi K. 2007. "Self-Efficacy and Outcome Expectancy: Analysis of Theory and Measurement in Occupational Therapy." *Asian Journal of Occupational Therapy* 6 (1): 23–34.
- Takahashi K, Domen K, Sakamoto T, Toshima M, Otaka Y, Seto M, et al. 2016. "Efficacy of Upper Extremity Robotic Therapy in Subacute Poststroke Hemiplegia: An Exploratory Randomized Trial." *Stroke; a Journal of Cerebral Circulation* 47 (5): 1385–88.
- Takebayashi T, Takahashi K, Amano S, Uchiyama Y, Goshō M, Domen K, et al. 2018. "Assessment of the Efficacy of ReoGo-J Robotic Training Against Other

- Rehabilitation Therapies for Upper-Limb Hemiplegia After Stroke: Protocol for a Randomized Controlled Trial.” *Frontiers in Neurology* 9: 730.
- Taub E, Miller NE, Novack TA, Cook 3rd EW, Fleming WC, Nepomuceno CS, et al. 1993. “Technique to Improve Chronic Motor Deficit after Stroke.” *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 74 (4): 347–54.
- Taub E, Uswatte G, Elbert T. 2002. “New Treatments in Neurorehabilitation Founded on Basic Research.” *Nature Reviews. Neuroscience* 3 (3): 228–36.
- Taub E, Uswatte G, King DK, Morris D, Crago JE, Chatterjee A. 2006. “A Placebo-Controlled Trial of Constraint-Induced Movement Therapy for Upper Extremity After Stroke.” *Stroke; a Journal of Cerebral Circulation* 37 (4): 1045–49.
- Veerbeek JM, Langbroek-Amersfoort AC, van Wegen EE, Meskers CG, Kwakkel G. 2017. “Effects of Robot-Assisted Therapy for the Upper Limb After Stroke.” *Neurorehabilitation and Neural Repair* 31 (2): 107–21.
- Winstein CJ, Stein J, Arena R, Bates B, Cherney LR, Cramer SC, et al. 2016. “Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association.” *Stroke; a Journal of Cerebral Circulation* 47 (6): e98–169.
- World Health Organization. 2001. *International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)*. Geneva: World Health Organization.
- ウヴェ・フリック, 小田博志 (訳). 2011. 質的研究入門: 「人間の科学」のための方法論 (新版). 東京: 春秋社.
- 中央社会保険医療協議会. 2020. “別紙 1-1 医療診療報酬点数表.” 第 451 回中央社会保険医療協議会 総会. 2020. <https://www.mhlw.go.jp/content/12404000/000593372.pdf>.
- 内山侑紀, 道免和久. 2020. “上肢機能再建に向けたロボットリハビリテーション.” *The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine* 57 (5): 415–20.
- 厚生労働省. 2017. “主な傷病の総患者数.” 2017. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kanja/17/dl/05.pdf>.
- 厚生労働省. 2019. “IV. 介護の状況.” 2019 年 国民生活基礎調査の概況. 2019. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa19/dl/05.pdf>.
- 坂野雄二, 東條光彦. 1986. “The General Self-Efficacy Scale (GSES): Scale Development and Validation.” *Japanese Journal of Behavior Therapy* 12 (1): 73–82.
- 征矢野あや子, 村嶋幸代, 武藤芳照. 2005. “転倒予防自己効力感尺度の信頼性・妥当性の検討.” *身体教育医学研究* 6 (1): 21–30.
- 日本作業療法士協会. 2018. “日本作業療法士協会 作業療法の定義.” 2018.

<https://www.jaot.or.jp/about/definition/>.

猿爪優輝, 高橋香代子. 2021. “作業療法領域におけるアウトカムとしての自己効力感に関する文献研究.” presented at the 第55回日本作業療法学会, 仙台.

藤原俊之. 2020. “ニューロリハビリテーションの可能性.” 脳神経外科ジャーナル 29 (9): 634-38.

道免和久, ed. 2015. ニューロリハビリテーション. 東京: 医学書院.

高橋香代子. 2020. “上肢機能障害に対するロボット療法.” *The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine* 57 (9): 786-91.

表 1. 主な上肢機能訓練用のロボット

作用部位	名称	タイプ	訓練モード	特徴
肩・肘	ReoGo-J	End-effector	全介助・自動介助・自動運動	さまざまな難易度の 17 種類の訓練動作が設定可能
	CoCoroe AR	End-effector	自動運動	免荷機能の調節により、最適な負荷量のもとで反復訓練可能
	InMotion ARM	End-effector	他動運動, 自動介助運動, 自動運動, 抵抗運動	8 方向の運動が可能で、動作中は上司の動きをロボットがアシストする。アタッチメント (In Motion HAND) を使用することにより、握り離しなどの手指の運動を組み合わせることが可能
	InMotion WRIST	Exoskeleton	他動運動, 自動介助運動, 自動運動, 抵抗運動	日常生活で必要な手関節の可動域を獲得することを目的としており、目と手の協調や運動企画を促す訓練が実施可能。単独あるいは In Motion ARM と併用が可能
	Bi-Manu-Track	End-effector	他動運動, 自動介助運動, 自動運動	非麻痺側によって麻痺側のデバイスの運動をコントロールする両上肢運動
前腕	Cocoroe PR	Exoskeleton	自動運動	電気・振動刺激の併用が可能
	AMADEO	End-effector	他動運動, 介助運動, 自動運動	4 指の屈伸運動を、それぞれの手指で分離して運動実施が可能 EMG を用いた自動介助運動が可能
手指	Hand of Hope	Exoskeleton	他動運動, 介助運動, 自動運動	4 指の屈伸運動を、それぞれの手指で分離して可能。 前腕中間位での握り動作など、対立運動も可能。 EMG を用いた自動介助運動が可能。

表2. インタビューガイド

テーマ：作業療法士の視点から捉える慢性期脳卒中患者に対するロボット療法の効果

目的：① 慢性期脳卒中患者に対するロボットを用いた介入について、作業療法士がクライアントに対するロボットを用いた訓練の”効果”をどのように捉えているのかを明らかにすること。

② ロボットを用いた介入という経験が、作業療法士に対してどのように影響を与えたかを明らかにすること。

【インタビュー質問項目】

①ロボットを用いた介入を通じた訓練のクライアントに対する効果にはどのようなものがありましたか。

- ・ロボットを用いた介入を通じて、クライアントにはどのような変化がありましたか。
- ・クライアントにとって、あなたは何がロボット療法の効果だと感じましたか

②ロボットを用いた介入の経験は、自身にどのような影響を与えましたか。

- ・OTとしてクライアントに介入する際、ロボットをどのように位置づけていますか。
- ・ロボット療法の経験を通じて、ご自身に変化はありましたか。
- ・また、その経験は現在のあなたに対してどのように影響していますか。

《Memo》

表 3. 研究対象者

ID	勤務施設	経験年数（年）	性別
P1	病院	15	男性
P 2	社会福祉施設	7	男性
P 3	病院	10	男性
P 4	病院	2	男性
P 5	病院	11	女性
P 6	病院	10	男性
P 7	病院	5	男性
P 8	クリニック	5	女性
P 9	クリニック	17	女性
P 10	病院	12	女性
P 11	病院	3	女性
P 12	病院	4	女性
P 13	病院	2	男性
P 14	病院	9	女性
P 15	病院	3	男性
P 16	病院	4	女性
P 17	病院	6	男性
P 18	病院	11	男性
P 19	病院	9	男性
P 20	病院	7	男性
P 21	病院	3	男性
P 22	病院	6	男性
P 23	病院	11	男性
P 24	介護老人保健施設	17	女性
P 25	介護老人保健施設	9	男性
P 26	病院	7	女性
P 27	病院	9	女性

表 4. 分析結果

テーマ	サブテーマ	発言例
身体機能の改善 Body function	上肢機能	<p>ああいう反復的に抵抗がかかるとか, 安全な位置で同じように（訓練が）できるっていうのは, 上肢にもいいし, 体幹にもいいし. 引いては多分, 歩行にも影響するしみたいな, 全体のバランスとしてすごくいいなっていうところですね. (P9)</p> <p>やっぱり緊張, 元々高くなっている方とかでも, その（麻痺手をロボットで）動かすことでやっぱり緊張とかも落ちている方とかもいらっしゃったりとかはしていましたね. (P17)</p> <p>めっちゃ姿勢悪かったのが, もう垂脱臼しまくりで肩痛くてっていう, その段階からあれ（ReoGo-J）やったんやな.（適応）ギリギリのラインで. でもこう, グッと（体幹が）起きて, 痛み言わないもんね. (P9)</p>
	体幹機能	
	筋緊張	
	痛み	
心理的作用 Values	動機づけ	<p>なんか, 患者さん自身のモチベーション. なんか新しいこと始めて, 「やってみよう！」みたいなそういう, ポジティブな反応というか, そういうのが見られたのが良かったかなっていうのがあります. (P27)</p>
	訓練に対する アドヒアランス 運動主体感	<p>これ（ReoGo）はもうあくまで, 本人主体でやるので. 身体の動かし自体も能動でずっとやってるもんですから, 考えとか, 行動とか発言自体もわりと主体的な感じになるのかもしれないなあ. なんか結構, 達成感あるみたいですね. 何分, とかって言っってこう, 決めて. まぁ研究だと形上 40 分って決めてたのもありますけど, 「ああ 40 分やり切った！」みたいな感じで, プログラムとしては 10 週間ですね. 「一つ, 何かやり切る」みたいな感じって言うのはすごくあったみたいで. (P5)</p>
	作業遂行に対する 主体性	<p>ロボットをきっかけに, 「自分で能動的に動く」っていうか, ロボットだけじゃなくて, ロボットで「あ, 自分結構できんじゃない！」みたいな感じに思えて. で, 他のところにもチャレンジしていった. (P4)</p>
	パフォーマンス スキルの向上	<p>ただこ伸ばしていく中で, どうしてもこう, 中枢の安定性とかも高まってきているっていう感じはあるので, 座位のバランスだったりとか末梢の操作</p>

性っていうところとかは、私も感じるところでもあったので、ですかね。そういうところはすごく良かったです。

リーチ動作

外旋の動き、なかなかイメージがつかない方がいて、で、ReoGo でやってみて、「あ、こういう動きなんだ」というのが、結構気づけて、日に日にできる、こう「うーん」とやりながら、だんだんできる回数が増えてきて、っていう方がいて、それはReoGo でやってもらって、で、その後生活の動作をすると、やっぱり外旋の動作ができるので、リーチの範囲も広がって来たりっていう方はいました。(P10)

歩行の変化

手がやっぱり緩んでくれると、その腕のおもたさが、締め付けている力がバランスの方にとれるので、やっぱり歩行だったりとかっていうところでスムーズになると思いますし。(P9)

試行錯誤による スキルの獲得

あの一、運動学習というか、(対象者が)ご自身で試行錯誤、患者さんが、許される範囲で試行錯誤するというか、とんでもないエラーで、偶然(運動目標の座標に)当たったとかではなくて、ある程度、幅の狭い中で、まあ自由度が多少許される自由度の中で、運動学習だったり、自分の筋出力とかを「あ、こうかな? ああかな?」とかって考えながら(訓練を)できる。(P2)

作業パフォーマンス の変化

訪問リハもやっているんで、電気のスウィッチのon/offとかですね。それはやっぱり、前から練習はしていたんですけど、ロボットでやってる、やり出した時の方がやっぱり、(肩が)ちょっとスムーズに上がるようにはなったかな。(P25)

社会参加の変化

その後、その方は就労の、お仕事のリハビリの方に移行していったので、その中でお仕事の中で麻痺手が使えることを、その職員と話をして、うまく麻痺手を使いながら仕事ができるっていうのを目指してやっていったんですけど、なんで結局、機能が上がれば患者さんが(麻痺手を)使えることが増えて、で、その方の、その方だと就労にうまく繋がっていくような部分もやっぱりあったので。(P22)



図 1. ReoGo-J