

Die robotische Frühmobilisation von Intensivpatient_Innen – Ein Scoping Review

A. C. Klamt¹; J. Frey¹; L. Schmidbauer¹; A. Warmbein²; I. Rathgeber²; U. Fischer²;
I. Eberl¹

¹Professur für Pflegewissenschaften, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, Eichstätt, Deutschland, amrei.klamt@ku.de

²LMU Klinikum München, Deutschland

GEFÖRDERT VOM

Gemeinsam forschen?

Für technische Lösungen im pflegerischen Handeln

4. Clusterkonferenz „Zukunft der Pflege“ 16. und 17. September 2021, Hannover

Mobilisation Intensiv-Pflegebedürftiger durch
einen neuen Standard in der adaptiven Robotik

Für keine_n der genannten Autor_Innen liegt ein materieller oder immaterieller Interessenskonflikt in Bezug auf den Vortragsinhalt und die Veranstaltung vor.

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Förderlinie „Robotische Systeme für die Pflege“ (Förderkennziffer: 16SV8420) gefördert.

Hintergrund

- Mobilisation von Intensivpatient_Innen erfolgt oft sehr spät aufgrund
 - Personeller Gründe
 - Patient_Innenseitiger Gründe
 - Fehlender Mobilisationskultur
 - Struktureller Gegebenheiten



- Gefahr von Langzeitschäden bei den Patient_Innen
 - Längere Liegedauer
 - Erworbene Muskelschwäche
 - Längere Beatmungszeiten



Kosten für das Gesundheitssystem

Lösung

Robotische bzw. technische Systeme

Fragestellungen

1. Wie wird Frühmobilisation mittels robotischem System auf Intensivstationen durchgeführt?
2. Welchen Effekt hat die Frühmobilisation mittels robotischem System auf das Patient_Innenoutcome?



Quelle: LMU Klinikum München

Gemeinsam forschen?

Für technische Lösungen im pflegerischen Handeln

4. Clusterkonferenz „Zukunft der Pflege“ 16. und 17. September 2021, Hannover

Mobilisation Intensiv-Pflegebedürftiger durch
einen neuen Standard in der adaptiven Robotik

Methode

- systematische Literaturrecherche
- Datenbanken:
 - MEDLINE (via PubMed und Web of Science)
 - CINAHL
 - Cochrane Library
 - Embase
 - IEEE Xplore
 - Scopus
 - WTI

Einschluss

- Artikel die Rehabilitations-, (Früh)Mobilisations- und Transferrobotik bzw. -technik mit dem Ziel einer Aktivierung beinhalteten

Tricco et al. 2018; JBI 2015

Identifikation

Gefunden durch Datenbanksuche
(n=941)

Zusätzlich gefunden in anderen Quellen
(n=55)

Verbleiben nach Entfernen von Duplikaten (n=869)

Vorauswahl

In Vorauswahl aufgenommen (n=41)

Ausgeschlossen (n=828)

Eignung

Volltext auf Eignung beurteilt (n=14)

Volltext ausgeschlossen mit Begründung
(n=27)

- keine Frühmobilisation (n=7)
- keine Pflegefachpersonen oder Physiotherapeut_Innen (n=5)
- kein Intensivsetting (n=9)
- kein robotisches System (n= 4)
- Volltext nicht auf Englisch oder Deutsch verfügbar (n=2)

Einschluss

Studien eingeschlossen und bewertet (n=14)

- Text and Opinion (n= 4)
- Quantitative Designs (n= 10)

PRISMA-Flow Diagramm
(eigene Darstellung nach Moher et al. 2009)

Gemeinsam forschen?

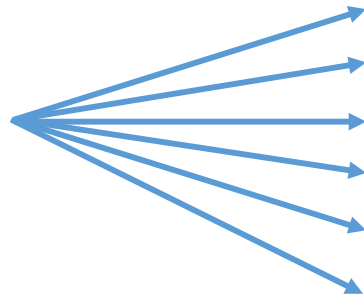
Für technische Lösungen im pflegerischen Handeln

4. Clusterkonferenz „Zukunft der Pflege“ 16. und 17. September 2021, Hannover

Mobilisation Intensiv-Pflegebedürftiger durch
einen neuen Standard in der adaptiven Robotik

Ergebnisse

14 Artikel



- 5 Randomisiert kontrollierte Studien (RCT)
- 4 Text and Opinion
- 2 Fall-Kontroll Studien
- 1 Klinische Einzelfallstudie
- 1 Interventionsstudie im Prä-Post Design
- 1 Quantitative Querschnittbefragung

RCT

Autoren (Jahr)	Name	Technisches/ robotisches System	Ergebnis
Dos Santos et al. (2015)	Early rehabilitation using a passive cycle ergometer on muscle morphology in mechanically ventilated critically ill patients in the Intensive Care Unit (MoVe-ICU study): study protocol for a randomized controlled trial	Elektronisches Bettfahrrad	<i>Ergebnis ausstehend</i> Vermutung: <ul style="list-style-type: none"> • Morphologie und Dicke der Knieextensoren wird erhalten • Exkursion des Zwerchfells von beatmeten Intensivpatient_Innen wird erhalten
Kwakman et al. (2020)	Steps to recovery: body weight-supported treadmill training for critically ill patients: a randomized controlled trial	Mobiles, elektronisches gewichts-unterstützendes Laufband	<i>Ergebnis ausstehend</i> Vermutung: <ul style="list-style-type: none"> • Erleichterung der Rehabilitation von Intensivpatient_Innen • Verbesserung des Funktionsstatus der Patient_Innen • Positive Auswirkungen auf die mentale Gesundheit, weil durch den Einsatz ein Erfolgserlebnis bei den Schwerstkranken erzeugt wird.

Autoren (Jahr)	Name	Technisches/ robotisches System	Ergebnis
Frazzitta et al. (2016)	Effectiveness of a Very Early Stepping Verticalization Protocol in Severe Acquired Brain Injured Patients: A Randomized Pilot Study in ICU	Elektronischer Kipptisch mit robotischer Trittvorrichtung in Kombination m. Mobilisationsprotokoll	<ul style="list-style-type: none"> positive Effekte auf das kurzfristige und langfristige funktionelle und neurologische Intensivpatient_Innenoutcome von Patient_Innen mit erworbenen Gehirnverletzungen
Frazzitta et al. (2018)	Early verticalization in patients in a vegetative or minimally conscious state	Elektronischer Kipptisch mit robotischer Trittvorrichtung in Kombination m. Mobilisationsprotokoll	<ul style="list-style-type: none"> Signifikante Verbesserung der Patient_Innenverträglichkeit des Kipptisches bei Intensivpatient_Innen mit Gehirnverletzungen
Parry et al. (2012)	Early rehabilitation in critical care (eRiCC): functional electrical stimulation with cycling protocol for a randomised controlled trial	elektronisches Bettfahrrad mit elektronischer Muskelstimulation	<p><i>Ergebnis ausstehend</i></p> <p>Vermutung:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aufrechterhaltung und/oder Verbesserung der Kraft und der körperlichen Funktion von Patient_Innen mit Sepsis in Bezug auf die erworbene Muskelschwäche

Text and Opinion

Autoren (Jahr)	Name	Technisches/ robotisches System	Ergebnis
Hodgson et al. (2012)	Clinical reviews: Early patient mobilization in the ICU	<ul style="list-style-type: none"> Elektronisches Bettfahrrad Elektronisches Bettfahrrad mit elektronischer Muskelstimulation 	<ul style="list-style-type: none"> Frühmobilisation auf der Intensivstation ist sicher und durchführbar Sie kann klinischen Nutzen bringen (z. B. positive Auswirkungen auf erworbene Muskelschwäche), ist aber auch arbeitsintensiv und benötigt entsprechendes Personal, Hilfsmittel und Ausrüstung Frühmobilisation ist noch nicht Teil der Routineversorgung von kritisch kranken Patient_Innen
Koester et al. (2018)	Overview of Intensive Care Unit Related Physical and Functional Impairments and Rehabilitation-Related Devices	<ul style="list-style-type: none"> Elektronisches Bettfahrrad Elektronische Muskelstimulation Dynamischer Kipptisch Elektronische Stehhilfen Weitere Assistenzsysteme 	<ul style="list-style-type: none"> Alle Geräte wurden als sicher und einsetzbar für Intensivpatient_Innen bewertet Es besteht ein Mangel an Forschung mit einem multidisziplinären Ansatz Es muss noch weiter untersucht werden, wie sich die richtige Ernährung von Intensivpatient_Innen zusammensetzt, um Kraft und Muskelmasse während robotischer Trainings zu maximieren

Gemeinsam forschen?

Für technische Lösungen im pflegerischen Handeln

4. Clusterkonferenz „Zukunft der Pflege“ 16. und 17. September 2021, Hannover

Mobilisation Intensiv-Pflegebedürftiger durch einen neuen Standard in der adaptiven Robotik

Autoren (Jahr)	Name	Technisches/ robotisches System	Ergebnis
Fuest & Schaller (2018)	Recent evidence on early mobilization in critical-III patients	<ul style="list-style-type: none"> • Laufband Elektronisches • Bettfahrrad mit und ohne Muskelstimulation 	<ul style="list-style-type: none"> • Frühmobilisation führt zu einem verbesserten Outcome bei chirurgischen und internistischen Intensivpatient_Innen • z. B. Bettfahrradfahren, wirkt sich positiv auf die Verringerung der Entstehung von erworbener Muskelschwäche aus • Die Implementierung von Frühmobilisation kann zu Herausforderungen und einem Kulturwandel im interprofessionellen Team führen
Dohle et al. (2017)	Technical Developments for Rehabilitation of Mobility	<ul style="list-style-type: none"> • Exoskelette • Elektronische Laufbänder mit und ohne Körpergewichtsunterstützung • Elektronische Kipptische 	<ul style="list-style-type: none"> • alle technischen Hilfsmittel benötigen ein klar definiertes Therapiekonzept mit eindeutigen Indikationen und Kontraindikationen • für einige Geräte ist ein großer Stauraum nötig • die Benutzerfreundlichkeit muss noch verbessert werden

Fall-Kontroll Studien

Autoren (Jahr)	Name	Technisches/ robotisches System	Ergebnis
Parry et al. (2014)	Functional electrical stimulation with cycling in the critically ill: a pilot case-matched control study	<ul style="list-style-type: none"> Elektronisches Bettfahrrad mit elektronischer Muskelstimulation 	<ul style="list-style-type: none"> Patient_Innen erholen sich früher und schneller funktionell Die Intervention ist sicher und durchführbar für Patient_Innen mit akuter Sepsis die Inzidenz und Dauer von Delirien kann reduziert werden
Kho et al. (2015)	Feasibility and safety of in-bed cycling for physical rehabilitation in the intensive care unit	<ul style="list-style-type: none"> Elektronisches Bettfahrrad 	<ul style="list-style-type: none"> Die Intervention kann als Teil der Routineversorgung etabliert werden Die Patient_Innenverträglichkeit von elektronischem Bettfahrrad fahren gilt als erwiesen

Klinische Einzelfallstudie

Autoren (Jahr)	Name	Technisches/ robotisches System	Ergebnis
Kumble et al. (2017)	Physiological Effects of Early Incremental Mobilization of a Patient with Acute Intracerebral and Intraventricular Hemorrhage Requiring Dual External Ventricular Drainage	<ul style="list-style-type: none"> Elektronisches Bettfahrrad Elektronischer Kipptisch 	<ul style="list-style-type: none"> Patient_Innen mit Schlaganfall und damit einhergehendem erhöhten intrakraniellen Druck profitieren von der individuell einstellbaren technologiegestützten Methode zur Frühmobilisation Ein früher Beginn der Intervention zeigt einen positiven Einfluss auf das Outcome des Patient_Innen <ul style="list-style-type: none"> Verbesserung des intrakraniellen Perfusionsdrucks

Interventionsstudie im Prä-Post Design

Autoren (Jahr)	Name	Technisches/ robotisches System	Ergebnis
Kimwai et al. (2017)	Safety and Feasibility of a Protocolized Approach to In-Bed Cycling Exercise in the Intensive Care Unit: Quality Improvement Project	<ul style="list-style-type: none">Elektronisches Bettfahrrad in Verbindung mit einem Mobilisationsprotokoll	<ul style="list-style-type: none">Die Patient_Innen die mittels Mobilisationsprotokoll Bettfahrrad fahren, konnten länger Bettfahrrad fahrenEs konnte ein höherer Widerstand bei den Bettfahrradeinheiten erreicht werden

Quantitative Querschnittbefragung

Autoren (Jahr)	Name	Technisches/ robotisches System	Ergebnis
Reid et al. (2017)	Therapist perceptions of a rehabilitation research study in the intensive care unit: a trinational survey assessing barriers and facilitators to implementing the CYCLE pilot randomized clinical trial	<ul style="list-style-type: none"> Elektronisches Bettfahrrad 	<ul style="list-style-type: none"> Die fehlende Motivation von Mitarbeiter_Innen, ein Bettfahrrad als neues Gerät in die konventionelle Therapie zu integrieren, gilt als Hürde für die Durchführung von Frühmobilisation Fehlende zeitliche Kapazitäten seitens der Therapeut_Innen wirken sich ebenfalls negativ auf die Frühmobilisation aus

Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Robotische Frühmobilisation von Intensivpatient_Innen erfolgt

- mit elektronischen Bettfahrrädern (mit oder ohne NMS)
- mit elektronischen Laufbändern
- mit Kipptischen



Transfer der Intensivpatient_Innen auf das
Therapiegerät → Sicherheitsrisiko

2. Robotische Frühmobilisation hat einen positiven Effekt auf das Patient_Innenoutcome

- Verringerung von Dauer und Inzidenz des Auftretens eines Deliriums
- Stabilität von Hämodynamik und Respiration
- Stärkung von Kraft
- Verbesserung der körperlichen Funktion

Zusammenfassung der Ergebnisse

- Im überwiegenden Teil der Publikationen, die das Patient_Innenoutcome in Bezug auf den Einsatz von verschiedenen robotischen Hilfsmitteln untersucht haben, konnten positive Patient_Innenoutcomes ermittelt werden
- Es war dabei nicht ausschlaggebend, welches technische/robotische Hilfsmittel genau eingesetzt wurde



Durch die Aktivierung der Patient_Innen konnte bei den eingesetzten Hilfsmitteln überwiegend ein positives Patient_Innenoutcome ermittelt werden



Gemeinsam forschen?

Für technische Lösungen im pflegerischen Handeln

4. Clusterkonferenz „Zukunft der Pflege“ 16. und 17. September 2021, Hannover



Mobilisation Intensiv-Pflegebedürftiger durch
einen neuen Standard in der adaptiven Robotik

Implikationen für die weiterführende Forschung und Praxis

Es sind weitere Studien zum Einsatz von robotischen Frühmobilisationssystemen nötig. Vor allem der Personalaufwand ist mit den aktuell eingesetzten Systemen noch sehr hoch. Mobilisationsprotokolle können dabei helfen die technische/ robotische Frühmobilisation implementierbarer zu machen. Klar wird, dass konventionelle Frühmobilisation durch aktuell eingesetzte robotische bzw. technische Systeme sinnvoll ergänzt, aber nicht ersetzt werden kann.

Literatur

- Chaplin, T. & McLuskey, J. (2019). What influences the nurses' decision to mobilise the critically ill patient? Nursing in critical care. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1111/nicc.12464>.
- Ding, N., Zhang, Z., Zhang, C., Yao, L., Yang, L., Jiang, B., Wu, Y., Jiang, L. & Tian, J. (2019). What is the optimum time for initiation of early mobilization in mechanically ventilated patients? A network meta-analysis. PloS one, 14(10), e0223151. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223151>.
- Dubb, R., Nydahl, P., Hermes, C., Schwabbauer, N., Toonstra, A., Parker, A. M., Kaltwasser, A. & Needham, D. M. (2016). Barriers and Strategies for Early Mobilization of Patients in Intensive Care Units. Annals of the American Thoracic Society, 13(5), 724–730. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201509-586CME>.
- Frazzitta, G., Zivi, I., Valsecchi, R., Bonini, S., Maffia, S., Molatore, K., Sebastianelli, L., Zarucchi, A., Matteri, D., Ercoli, G., Maestri, R. & Saltuari, L. (2016). Effectiveness of a Very Early Stepping Verticalization Protocol in Severe Acquired Brain Injured Patients: A Randomized Pilot Study in ICU. PloS one, 11(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158030>.
- Krupp, A. E., Ehlenbach, W. J. & King, B. (2019). Factors Nurses in the Intensive Care Unit Consider When Making Decisions About Patient Mobility. American journal of critical care : an official publication, American Association of Critical-Care Nurses, 28(4), 281–289. <https://doi.org/10.4037/ajcc2019624>.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G. & The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLOS Medicine, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>.
- Mudge, A. M., Bew, P., Smith, S. & McRae, P. (2020). Staff knowledge, attitudes and behaviours related to mobilisation in a rehabilitation setting: Short report of a multidisciplinary survey. Australasian journal on ageing. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1111/ajag.12793>.

Literatur

- Parry, S. M., Berney, S., Warrillow, S., El-Ansary, D., Bryant, A. L., Hart, N., Puthuchery, Z., Koopman, R. & Denehy, L. (2014). Functional electrical stimulation with cycling in the critically ill: a pilot case-matched control study. *Journal of critical care*, 29(4), 695-e1.
- Parry, S. M., Berney, S., Koopman, R., Bryant, A., El-Ansary, D., Puthuchery, Z., Hart, N., Warrillow, S. & Denehy, L. (2012). Early rehabilitation in critical care (eRiCC): functional electrical stimulation with cycling protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open*, 2(5).
- Rai, S., Anthony, L., Needham, D. M., Georgousopoulou, E. N., Sudheer, B., Brown, R., Mitchell, I. & van Haren, F. (2020). Barriers to rehabilitation after critical illness: a survey of multidisciplinary healthcare professionals caring for ICU survivors in an acute care hospital. *Australian Critical Care*, 33(3), 264–271. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2019.05.006>.
- The Joanna Briggs Institute. (2015). Methodology for JBI Scoping Reviews. https://joannabriggs.org/assets/docs/sumari/Reviewers-Manual_Methodology-for-JBI-Scoping-Reviews_2015_v2.pdf.
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., . . . Straus, S. E. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of internal medicine*, 169(7), 467–473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>.
- Waldauf, P., Jiroutková, K., Krajčová, A., Puthuchery, Z. & Duška, F. (2020). Effects of Rehabilitation Interventions on Clinical Outcomes in Critically Ill Patients: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Critical Care Medicine*, 48(7), 1055–1065. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000004382>.
- Weiterer, S., Trierweiler-Hauke, B., Hecker, A., Szalay, G., Heinrich, M., Mayer, K. & Weigand, M. (2012). Frühmobilisierung des chirurgischen Intensivpatienten. *Intensivmedizin up2date*, 08(03), 165–185. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1309875>.
- Zhang, L., Hu, W., Cai, Z., Liu, J., Wu, J., Deng, Y., Yu, K., Chen, X., Zhu, L., Ma, J. & Qin, Y. (2019). Early mobilization of critically ill patients in the intensive care unit: A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 14(10), e0223185. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223185>.

RCT

1. Dos Santos, L. J., Aguiar Lemos, F. de, Bianchi, T., Sachetti, A., Dall'Acqua, A. M., da Silva Naue, W., Dias, A. S. & Vieira, S. R. R. (2015). Early rehabilitation using a passive cycle ergometer on muscle morphology in mechanically ventilated critically ill patients in the Intensive Care Unit (MoVe-ICU study): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 16(1), 383.
2. Kwakman, R. C. H., Sommers, J., Horn, J., Nollet, F., Engelbert, R. H. H. & van der Schaaf, M. (2020). Steps to recovery: body weight-supported treadmill training for critically ill patients: a randomized controlled trial. *Trials*, 21(1), 409. <https://doi.org/10.1186/s13063-020-04333-y>.
3. Frazzitta, G., Zivi, I., Valsecchi, R., Bonini, S., Maffia, S., Molatore, K., Sebastianelli, L., Zarucchi, A., Matteri, D., Ercoli, G., Maestri, R. & Saltuari, L. (2016). Effectiveness of a Very Early Stepping Verticalization Protocol in Severe Acquired Brain Injured Patients: A Randomized Pilot Study in ICU. *PloS one*, 11(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158030>:
4. Frazzitta, G., Zivi, I., Valsecchi, R. & Saltuari, L. (2018). Early verticalization in patients in a vegetative or minimally conscious state. *Biosystems and Biorobotics: Bd. 19 [Scopus]*. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85041635041&doi=10.1007%2f978-3-319-72736-3_20&partnerID=40&md5=f529f36261c9688cad619484f7fa7cac
https://doi.org/10.1007/978-3-319-72736-3_20.
5. Parry, S. M., Berney, S., Koopman, R., Bryant, A., El-Ansary, D., Puthuchear, Z., Hart, N., Warrillow, S. & Denehy, L. (2012). Early rehabilitation in critical care (eRiCC): functional electrical stimulation with cycling protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open*, 2(5).

Text and opinions

1. Hodgson, C., Needham, D., Haines, K., Bailey, M., Ward, A., Harrold, M., Young, P., Zanni, J., Buhr, H., Higgins, A., Presneill, J. & Berney, S. (2014). Feasibility and inter-rater reliability of the ICU Mobility Scale. *Heart & Lung*, 43(1), 19–24. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2013.11.003>.
2. Koester, K., Troeller, H., Panter, S., Winter, E. & Patel, J. J. (2018). Overview of Intensive Care Unit-Related Physical and Functional Impairments and Rehabilitation-Related Devices. *Nutrition in Clinical Practice*, 33(2), 177–184. <https://doi.org/10.1002/ncp.10077>.
3. Fuest, K. & Schaller, S. J. (2018). Recent evidence on early mobilization in critical-ill patients. *Current opinion in anaesthesiology*, 31(2), 144–150. <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000568>.
4. Dohle, C., Mueller, F. & Stephan, K. M. (2017). Technical Developments for Rehabilitation of Mobility. *AKTUELLE NEUROLOGIE*, 44(8), 549–554. <https://doi.org/10.1055/s-0043-109095>.

Fall-Kontroll Studien

1. Kho, M. E., Martin, R. A., Toonstra, A. L., Zanni, J. M., Manthey, E. C., Nelliott, A. & Needham, D. M. (2015). Feasibility and safety of in-bed cycling for physical rehabilitation in the intensive care unit. *Journal of critical care*, 30(6), 1419-e1.
2. Parry, S. M., Berney, S., Warrillow, S., El-Ansary, D., Bryant, A. L., Hart, N., Puthuchery, Z., Koopman, R. & Denehy, L. (2014). Functional electrical stimulation with cycling in the critically ill: a pilot case-matched control study. *Journal of critical care*, 29(4), 695-e1.

Klinische Einzelfallstudie

1. Kumble, S., Zink, E. K., Burch, M., Deluzio, S., Stevens, R. D. & Bahouth, M. N. (2017). Physiological Effects of Early Incremental Mobilization of a Patient with Acute Intracerebral and Intraventricular Hemorrhage Requiring Dual External Ventricular Drainage. *Neurocritical Care*, 27(1), 115–119. <https://doi.org/10.1007/s12028-017-0376-9>.

Interventionsstudie im Prä-Post Design

1. Kimawi, I., Lamberjack, B., Nelliott, A., Toonstra, A. L., Zanni, J., Huang, M., Manthey, E., Kho, M. E. & Needham, D. M. (2017). Safety and Feasibility of a Protocolized Approach to In-Bed Cycling Exercise in the Intensive Care Unit: Quality Improvement Project. *Physical Therapy*, 97(6), 593–602. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzx034>.

Quantitative Querschnittbefragung

1. Reid, J. C., McCaskell, D. S. & Kho, M. E. (2019). Therapist perceptions of a rehabilitation research study in the intensive care unit: a trinational survey assessing barriers and facilitators to implementing the CYCLE pilot randomized clinical trial. *Pilot and Feasibility Studies*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40814-019-0509-3>.