



Folgeschäden durch Beatmung in Bauchlage bei COVID-19 und ihre Relevanz für die Frührehabilitation – eine retrospektive Kohortenstudie

Prone Positioning Sequelae in COVID-19-patients and their relevance for Early Rehabilitation – a Retrospective Cohort Study

Autoren

Nancy Elmer¹ , Max Emanuel Liebl¹ , Katharina Brehm², Christine Schwedtke¹, Daniel Drebinge¹, Christian Pille³, Anett Reißhauer¹

Institute

- 1 Physikalische Medizin und Rehabilitation, Charité Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany
- 2 Arbeitsbereich Physikalische Medizin, Charité – Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin and Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Germany, Berlin, Germany
- 3 Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin, Charité Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany

Schlüsselwörter

Frührehabilitation, Bauchlagerung, COVID-19-ARDS, Druckulcus, periphere Nervenläsion

Key words

early rehabilitation, Prone Position, COVID-19-Acute-Respiratory Distress Syndrome, Pressure Ulcers, peripheral nerve lesions

eingereicht 13.05.2022

akzeptiert 28.06.2022

online publiziert 02.09.2022

Bibliografie

Phys Med Rehab Kuror 2023; 33: 70–78

DOI 10.1055/a-1888-0020

ISSN 0940-6689

© 2022, Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag, Rüdigerstraße 14,
70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

Nancy Elmer

Charité Universitätsmedizin Berlin, Physikalische Medizin
und Rehabilitation

Charitéplatz 1

10117 Berlin

nancy.elmer@charite.de

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund Die Bauchlagerung („proning“) als Teil der Behandlungsstrategie bei Patient:innen mit Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) hat durch die COVID-19-Pandemie massiv an Bedeutung gewonnen. Neben den positiven Effekten der BL sind Nebenwirkungen bekannt, insbesondere Druckulcera (DU) und periphere Nervenläsionen (pNL).

Methoden In dieser retrospektiven Kohortenstudie wurden COVID-19-ARDS-Patient:innen, die supportiv in BL therapiert und im Behandlungsverlauf auf die Frührehabilitation übernommen wurden, auf das Vorliegen von DU und pNL hin untersucht. Es wurden potenzielle Risikofaktoren für das Entstehen von DU und pNL und der Einfluss von DU und pNL auf den Rehabilitationserfolg explorativ analysiert.

Ergebnisse Insgesamt wurden 52 Patient:innen in die Studie eingeschlossen. Von ihnen boten 10 (19,2%) das klinische Bild einer pNL und 41 (78,8%) wiesen bei Übernahme Bauchlagerungstypische ventrale DU auf. Patient:innen mit pNL hatten signifikant häufiger einen Diabetes mellitus als Vorerkrankung, für die Entstehung von DU gab es keine Risikofaktoren. Bei Übernahme waren Patient:innen mit pNL im Durchschnitt weniger mobil und weniger selbstständig als Patient:innen ohne pNL, während zum Zeitpunkt der Entlassung keine signifikanten Unterschiede in Mobilität und ADL-Fähigkeit mehr vorlagen. Patient:innen mit pNL benötigten signifikant mehr Hilfsmittel bei Entlassung. DU sind häufig, v. a. im Gesicht-/Halsbereich (56,1%).

Schlussfolgerungen Nebenwirkungen der Bauchlagerung wie DU und pNL sind zum Zeitpunkt der Übernahme in die Frührehabilitation häufig. Während die Mobilität zum Übernahmzeitpunkt durch das Vorliegen einer pNL deutlicher eingeschränkt ist, besteht dieser Unterschied nicht mehr zum Entlasszeitpunkt.

ABSTRACT

Background Prone positioning is a therapy option for patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. It has become more relevant and common during the COVID-19 pandemic. Among

known side effects, pressure ulcers (PU) and peripheral nerve lesions (PNL) are the most relevant

Methods In this retrospective cohort study we investigated the prevalence of PU and PNL in COVID-19 patients, who had been treated with prone positioning and had later been referred to an acute rehabilitation unit. Potential determinants for the occurrence of PU and PNL were identified. Potential effects of PU and PNL on the functional outcome of patients after acute rehabilitation were assessed.

Results 52 patients were included in this study. 78.8% had typical ventral PU at the time of referral to the acute rehabilitation unit, 10% showed clinical features of PNL. Patients with PNL had diabetes as a preexisting condition more frequently

than patients without. The occurrence of PU could not be correlated with any risk factor. On admission to acute rehabilitation patients with PNL were less mobile and less self-sufficient than patients without PNL, however on discharge there were no more differences in mobility and self-sufficiency. Patients with PNL needed significantly more aids. PU are very common, mainly affecting the face and neck (56,1%).

Conclusion This study shows that complications of BL are common on admission to acute rehabilitation. While mobility is lower on admission of patients with PNL, no such difference can be seen on discharge. Overall, patients with proning sequelae don't seem to be impaired in their mobility and ADL performance beyond their time in acute rehabilitation.

Hintergrund

Die Bauchlagerung (BL) („proning“) als Teil der Behandlungsstrategie bei Patient:innen mit Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) hat durch die COVID-19-Pandemie und die damit einhergehende Zahl an ARDS-Patient:innen deutlich an Bekanntheit und Bedeutung gewonnen.

Bekanntermaßen manifestiert sich eine Infektion mit SARS-CoV-2 im Regelfall als Infektion der Atemwege [1]. 5% der Patient:innen benötigen eine stationäre Behandlung und im weiteren Verlauf entwickelt ein Teil dieser Patient:innen ein akutes Lungenversagen (ARDS) [2–4]. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Oxygenierung bei ARDS hat sich neben nichtinvasiver Beatmung (NIV), High-Flow-Sauerstofftherapie und invasiver Beatmung die BL als effektive Therapiensäule etabliert [2, 5, 6]. Neue prospektive Daten aus randomisiert kontrollierten Studien zur Behandlung von COVID-19-Patient:innen mit ARDS zeigen vorteilhafte Effekte einer zusätzlichen BL bereits während der Phase nichtinvasiver Beatmung [7–9]. In der S3-Leitlinie zur stationären Therapie von COVID-19 wird bei High-Flow-Sauerstofftherapie und CPAP („continuous positive airway pressure“)/NIV zusätzlich eine BL empfohlen [9].

Direkt nach intensivmedizinischer Behandlung gilt es, die körperlichen und mentalen Funktionen der Patient:innen soweit wiederherzustellen, dass eine weiterführende Rehabilitation erreicht werden kann und potentielle Behinderungen reduziert werden [10]. Diese Aufgabe übernimmt die Frührehabilitation, definiert als frühestmögliche Rehabilitation noch während des Aufenthaltes im Akutkrankenhaus [11]. Durch die BL-Therapie auf der Intensivstation (ITS) können assoziierte Folgeschäden entstehen, die Einfluss auf den Verlauf der Frührehabilitation nehmen können [12].

Neben den positiven Effekten der BL sind zahlreiche Komplikationen bekannt [13–15]. „Nebenwirkungen“ der BL umfassen beispielsweise Druckulcera (DU) [16], periphere Nervenläsionen (pNL) der oberen und unteren Extremitäten [17] sowie Plexopathien [18]. Auch nach Entlassung aus dem Akutkrankenhaus können sie zur Beeinträchtigung von Mobilität und Arbeitsfähigkeit [19] führen und zur Reduktion der Lebensqualität [20]. Lucchini et al. sehen als relevante Langzeitfolgen DU sowie pNL [21].

Die Prävalenz von pNL bei Patient:innen mit SARS-CoV-2 nach BL-Therapie liegt nach aktueller Studienlage zwischen 5% und 14,5% [17, 22–24]. Als Risikofaktoren werden genetische und me-

tabolische Faktoren, anatomische Varianten sowie Vorerkrankungen, wie Adipositas und Diabetes mellitus diskutiert [17]. Am häufigsten werden aufgrund der exponierten Lage Kompressions- oder Traktionsverletzungen des Nervus peroneus und des Plexus brachialis beobachtet [25, 26]. Frühe adäquate physikalische Therapien sollten hier zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit eingesetzt werden [12, 13].

DU sind definiert als Schädigung der Haut und des Gewebes aufgrund einer druckbedingten Ischämie [16]. Die Lokalisation ist je nach Positionierung der Patient:in unterschiedlich, aber v. a. die Haut über knöchernen Vorsprüngen ist betroffen [16]. Da während der BL die vorderen Körperpartien mit der Oberfläche in Kontakt treten, ist die Inzidenz von DU, die das Gesicht, den Bauch und den vorderen Teil des Thorax betreffen, besonders hoch [27].

Für den Frührehabilitationsverlauf sind von den Folgeschäden durch BL insbesondere pNL und DU relevant [17, 21, 28]. Bisher ist kaum bekannt, inwieweit sie Mobilität und Selbsthilfefähigkeit sowie den Rehabilitationsverlauf nachhaltig beeinträchtigen. Die hier präsentierte, retrospektive Kohortenstudie soll daher den Einfluss von pNL und DU auf die Funktionsfähigkeit im Frührehabilitationsverlauf untersuchen.

Methoden

Es wurde eine monozentrische retrospektive Kohortenstudie durchgeführt. Die Studie wurde von der zuständigen Ethikkommission der Charité Universitätsmedizin Berlin genehmigt (EA4/067/20) und im Deutschen Register Klinischer Studien beim Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) registriert (Registernummer DRKS00025239).

Dazu wurden alle Patient:innen einbezogen, welche bei COVID-ARDS in den Jahren 2020 und 2021 auf der Intensivstation (ITS) in BL therapiert wurden und anschließend auf die Station für fachübergreifende Frührehabilitation (FR) der Charité Universitätsmedizin Berlin übernommen wurden. Ausgeschlossen wurden Patient:innen mit einer Behandlungsdauer in der Frührehabilitation von < 7 Tagen, Unvollständigkeit der Mobilitäts- oder ADL-Assessments sowie Tod während des Aufenthalts.

Für die eingeschlossenen Patient:innen wurden die zu betrachtenden Variablen aus klinischen Routinedaten wie bspw. Arztbriefen oder Übernahme- und Entlassdokumentationen erhoben.

In der FR wurden erhoben:

1. Vorliegen einer DU oder einer pNL als Bauchlagerungsfolgeschaden sowie deren Lokalisation
2. Spezialisiertes Wundmanagement bei komplexen Wundverhältnissen
3. Potenzielle Risikofaktoren für BL-assoziierte Folgeschäden: Alter, Geschlecht, BMI, Liegedauer ITS, Beatmungstunden, das Vorliegen von Adipositas (BMI > 30 kg/m²) und/oder Diabetes mellitus als Vorerkrankung
4. Parameter, um das funktionelle Outcome der FR zu messen:
 - a. Mobilität (gemessen mit Charité Mobility Index (CHARMI® – einem ICF-basierten Mobilitätsassessment zur Erfassung der Mobilität von kompletter Immobilität (= 0 Punkte) bis vollständiger Mobilität (= 10 Punkte) [29])
 - b. Selbsthilfefähigkeit (ADL-Kompetenz, gemessen mit Barthel-Index (BI) [30])
 - c. Liegedauer in der FR
 - d. Versorgungssituation nach Entlassung (Entlassumgebung, Pflegebedarf, Wundmanagement, Hilfsmittelversorgung)

DU und pNL wurden nach Lokalisation und Häufigkeit (%) deskriptiv ausgewertet.

Das Patientenkollektiv wurde nach Vorliegen einer DU bzw. einer pNL je in 2 Gruppen geteilt (jeweils mit und ohne DU bzw. pNL) und auf Unterschiede bei den potentiellen Risikofaktoren und in den Outcome-Parametern untersucht. Hierbei kamen je nach Skalenniveau der Variablen Mann-Whitney-U-Tests, Chi-Quadrat-Tests und t-Tests zur Anwendung.

Die statistische Auswertung wurde mit IBM SPSS 28 und Microsoft Excel durchgeführt.

Ergebnisse

52 Patient:innen mit Covid-19-ARDS erhielten im betrachteten Zeitraum eine BL als supportive Maßnahme auf der ITS und wurden im Behandlungsverlauf auf die fachübergreifende Frührehabilitation übernommen und erfüllten somit die Einschlusskriterien.

Von ihnen wiesen 41 (78,8%) bei Übernahme typische ventrale DU auf und 10 (19,2%) boten das klinische Bild einer pNL. Davon wurden in 8 Fällen sowohl DU als auch pNL beobachtet – in 9 Fällen keines von beiden.

Periphere Nervenläsionen

10 Patient:innen wiesen mindestens eine pNL auf. Insgesamt wurden 14 pNL beobachtet: 6 unilaterale Peroneusläsionen, 2 bilaterale Peroneusläsionen, 2 Lähmungen des Plexus brachialis, eine Meralgia paraesthetica (MP) und ein Horner-Syndrom.

► **Tab. 1** zeigt die potenziellen Risikofaktoren für das Entwickeln einer pNL und die Outcome-Variablen der FR (Mobilität, ADL-Fä-

► **Tab. 1** Potenzielle Risikofaktoren und Outcome Variablen bei Patient:innen mit und ohne pNL

	Patient:innen mit pNL n = 10	Patient:innen ohne pNL n = 42	p-Wert (zweiseitige Signifikanz)
Demographische Basisdaten			
Alter	60,2 ± 10,7	53,3 ± 12,4	0,125
Geschlecht: m	50,0%	57,1%	0,683
w	50,0%	42,9%	
Risikofaktoren			
Liegedauer-Intensivstation	43,8 ± 20,2	49,4 ± 24,2	0,609
Beatmungstunden	615 ± 325,8	896 ± 496	0,94
BMI	26,49 ± 5,95	28,37 ± 7,61	0,722
Diabetes mellitus:	70,0%	28,6%	0,014
Adipositas:	40,0%	31,0%	–
Outcome			
Liegedauer Frührehabilitation	31,5 ± 16,1	31,1 ± 17,9	–
Mobilität – CHARMI			
Übernahme	2,6 ± 2,6	3,6 ± 2,3	0,200
Entlassung	8,7 ± 0,5	8,7 ± 0,7	0,618
Aktivitäten des täglichen Lebens – Barthel Index			
Übernahme	41,0 ± 28,5	48,2 ± 18,1	0,435
Entlassung	86,5 ± 8,8	89,0 ± 8,9	0,236
Entlass- Umgebung			
AHB	50,0%	35,7%	–
Nach Hause	50,0%	57,1%	–
Akutstationäre Weiterbehandlung	–	7,2%	–

higkeit, Entlassumgebung, Liegedauer) im Vergleich zwischen Patient:innen mit und ohne Nervenläsion.

Risikofaktoren

Die Analyse der Risikofaktoren zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen für Alter, Geschlecht, BMI, Beatmungstunden und Liegedauer ITS (Alter: $p = 0,125$, $z = -1,535$; Geschlecht: $p = 0,683$, $\chi^2 = 0,167$; BMI: $p = 0,722$, $z = 0,356$; B.st.: $p = 0,94$, $z = 1,690$; Liegedauer ITS: $p = 0,609$, $z = 0,511$).

Patient:innen mit pNL hatten jedoch signifikant häufiger einen Diabetes mellitus als Vorerkrankung

($p = 0,014$, $\chi^2 = 5,978$).

Funktionelles Outcome

Patient:innen mit pNL haben im Durchschnitt ein schlechteres Funktions-Assessment bei FR-Übernahme in Mobilität und Selbsthilfefähigkeit mit 2,6 vs. 3,6 Punkten im CHARMI und 41,0 vs. 48,2 Punkten im BI, jedoch ohne Signifikanz. Bei Entlassung gibt es keine Unterschiede in der Mobilität zwischen Patient:innen mit oder ohne pNL: Der CHARMI lag in beiden Gruppen bei 8,7. In der Selbsthilfefähigkeit bei Entlassung gibt es nur minimale Unterschiede – der BI bei 86,5 bei Patient:innen mit und 89,0 bei Patient:innen ohne pNL. Weder im Übernahme- noch im Entlass-Assessment gibt es signifikante Unterschiede zwischen Patient:innen mit und ohne pNL (BI Übernahme: $p = 0,435$, $z = 0,781$; BI E: $p = 0,236$, $z = 1,184$; CHARMI Ü: $p = 0,200$, $z = 1,281$; CHARMI E: $p = 0,618$, $z = 0,499$).

Die durchschnittliche Liegedauer in der FR ist mit je 31 Tagen gleich.

Bei Entlassung wurden Patient:innen mit pNL mit durchschnittlich 3,1 ($\pm 2,0$) Hilfsmitteln versorgt – das sind signifikant mehr, als bei Patienten ohne pNL mit durchschnittlich 1,4 ($\pm 1,8$) Hilfsmitteln ($p = 0,014$, $z = -2,468$).

Druckulcerationen

41 (78,8%) der Patient:innen wiesen bei Übernahme insgesamt 148 DU nach BL auf. ▶ **Tab. 2** zeigt die Lokalisation und Häufigkeit der DU und ▶ **Abb. 1** sowie ▶ **Tab. 3** Häufigkeit und Lokalisation von DU nach Regionen zusammengefasst.

▶ **Tab. 4** zeigt die potenziellen Risikofaktoren für die Entstehung von DU und Outcome-Parameter der Frührehabilitation (Mobilität, Selbsthilfefähigkeit, Entlassumgebung, Liegedauer) im Vergleich zwischen Patient:innen mit und ohne DU.

Risikofaktoren

Hinsichtlich der potenziellen Risikofaktoren BMI, Beatmungstunden, Alter, Geschlecht und ITS-Liegedauer unterscheiden sich Patient:innen mit und ohne DU nicht signifikant voneinander. (Alter: $p = 0,226$, $z = 1,212$; Geschlecht: $p = 0,927$, $\chi^2 = 0,008$; BMI: $p = 0,410$, $z = 0,824$; Beatmungstunden: $p = 0,814$, $z = -0,251$; Liegedauer auf ITS: $p = 0,858$, $z = 0,179$ Diabetes mellitus: $p = 0,472$, $\chi^2 = 0,517$, Adipositas: $p = 0,666$, $\chi^2 = 0,186$)

Funktionelles Outcome

Es gibt keinen signifikanten Unterschied in Mobilität und ADL-Fähigkeiten zwischen Patienten mit und ohne DU. (CHARMI Ü:

▶ **Tab. 2** Häufigkeit (%) und Lokalisation bei 41 Patient:innen

Lokalisation	Häufigkeit (%)
Jochbein	58,5%
Kinn	44,2%
Beckenkamm	36,6%
Unterschenkel	34,1%
Mundwinkel	26,8%
Stirn	24,4%
Auge (Augenbaue/Augenlid)	22,0%
Ohr	19,5%
Thorax	17,0%
Mamma	12,2%
Bauch	12,2%
Nase	7,3%
Sternum	7,3%
Oberschenkel	7,3%
Knie	7,3%
Unterlippe	4,9%
Unterkiefer	4,9%
Unterarm	4,9%
Hornhautulcus	2,4%
Schulter	2,4%
Clavicula	2,4%

$p = 0,221$, $z = -1,225$; Charmi E: $p = 0,670$, $z = -0,427$; BI Ü: $p = 0,246$, $z = -1,159$; BI E: $p = 0,639$, $z = -0,469$)

Patient:innen mit DU haben mit 30 Tagen keine höhere Liegedauer als Patient:innen ohne DU mit durchschnittlich 35 Tagen. Der Unterschied ist nicht signifikant ($p = 0,193$, $T(50) = -0,876$).

Wundmanagement

Bei 18 (43,9%) Patient:innen mit DU war bei Übernahme in die FR ein Wundmanagement notwendig. Bei Entlassung von der FR waren 12 (29,2%) der Patient:innen auf ein ambulantes Wundmanagement durch Hauskrankenpflege oder Angehörige angewiesen.

Diskussion

Die vorliegende Studie zeigt, dass pNL und DU auch über die Behandlung auf der ITS hinaus häufige und relevante Komplikationen bei COVID-ARDS- Patient:innen sind, die in BL therapiert wurden.

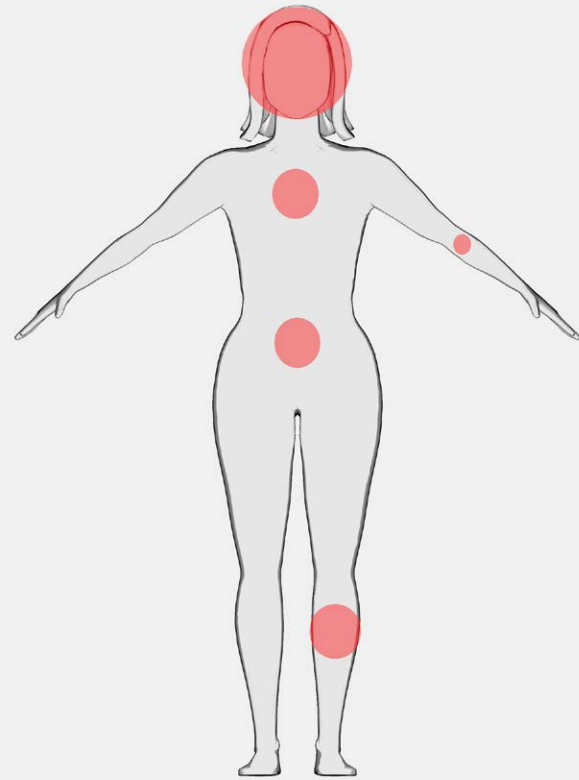
Bei Übernahme in die fachübergreifende Frührehabilitation wiesen 10 von 52 Patient:innen (19,2%) pNL auf, wobei Läsionen des N. peroneus mit 15,4% sowie Plexusläsionen mit 3,8% am häufigsten waren. Im Vergleich zu Patient:innen ohne pNL wiesen die Patient:innen mit pNL zum Zeitpunkt der Übernahme in die FR tendenziell niedrigere Werte in den Funktionsassessments auf. Im Entlass-assessment gleicht sich der Funktionsstatus an. Auch die Liegedauer in der FR ist identisch.

Laut Goettler et al. 2002 [18] sind Nervenläsionen nach einer BL selten, während der COVID-19-Pandemie berichten jedoch zahlreiche Studien von Kompressionsverletzungen nach BL [17, 22, 23, 31].

Die Lähmung des N. peroneus ist die am häufigsten beobachtete Kompressionsneuropathie der unteren Extremitäten [26]. Terlemezt et al. beobachten in ihrer täglichen Praxis Patient:innen mit unilateraler Kompression des N. peroneus [32]. Chang et al. berichten ebenso von 5 Fällen einer Läsion des N. peroneus nach BL bei COVID-19-Patient:innen [31]. In unserer Kohorte liegt die Rate an Peroneusläsionen mit 15,4% sogar noch höher. Grund dafür könnte zum einen der besondere Rehabilitationsbedarf betroffener Patient:innen sein, der eine Aufnahme in die FR wahrscheinlicher macht. Zum anderen ist es möglich, dass die Detektionsrate im Rahmen der strukturierten und ausführlichen Aufnahmeuntersuchungen der FR besonders hoch ist und somit sonst für eine mög-

► **Tab. 3** Häufigkeit und Lokalisation von DU nach Regionen zusammengefasst

41 Patient:innen	N = 148 Läsionen
Kopf/Gesicht	83
Thorax/Brust	20
Abdomen/Becken	22
Obere Extremität	3
Untere Extremität	20



► **Abb. 1** Häufigkeit und Lokalisation von DU nach Regionen zusammengefasst

► **Tab. 4** Potentielle Risikofaktoren und Outcome Variablen bei Patient:innen mit und ohne DU

	Patient:innen mit DU n = 41	Patient:innen ohne DU n = 11	p-Wert (zweiseitige Signifikanz)
Demographische Basisdaten			
Alter	53.3 ± 12,8	59.5 ± 9,6	0,226
Geschlecht: m	56,1%	54,5%	0,927
w	43,9%	45,5%	
Risikofaktoren			
Liegedauer-Intensivstation	47.4 ± 21,9	51.5 ± 29,1	0,858
Beatmungstunden	835.4 ± 453,1	839.4 ± 569,9	0,814
BMI	27.8 ± 7,7	28.7 ± 5,7	0,410
Diabetes mellitus:	39,0%	27,3%	0,472
Adipositas:	34,1%	27,3%	0,666
Outcome			
Liegedauer Frührehabilitation	30.1 ± 17,6	35.3 ± 16,8	0,193
Mobilität – CHARMI			
Übernahme	3.6 ± 2,4	2.6 ± 2,2	0,221
Entlassung	8.7 ± 0,7	8.7 ± 0,6	0,670
Aktivitäten des täglichen Lebens – Barthel Index			
Übernahme	48.4 ± 20,7	40.9 ± 18,8	0,246
Entlassung	88.7 ± 9,2	88.2 ± 7,5	0,639
Entlass-Situation			
Bedarf an Wundmanagement durch Hauskrankenpflege/ Angehörige	12 (29,2%)	1 (9,1%)	–

liche hohe Dunkelziffer an (teils leicht ausgeprägten) Peroneusläsionen bei COVID-19-Patient:innen nach BL sprechen könnte.

In der retrospektiven Studie von Miller et al. mit 114 COVID-19-Patienten in BL, wurden 15 Patient:innen (13,2%) mit klinischen Befund einer pNL der oberen Extremität identifiziert (12 Patient:innen mit Verletzung des N. ulnaris, 11 des Plexus brachialis) [22]. Malik et al. [24] berichteten über 14,5% von 83 COVID-19-Patient:innen, die nach BL eine Kompressionsverletzungen an der oberen Extremität aufwiesen und Brugliera et al. [17] über 7 (5%) Fälle von 135 Patient:innen sowie Douglas et al. [23] über 5 (8,2%) von 61. Die Rate an Plexusläsionen durch BL ist in unserer Studie mit 2 (3,8%) von 52 Patient:innen vergleichsweise niedrig. Die Häufigkeit von Verletzungen des Plexus brachialis lassen sich ätiologisch durch die oberflächliche Lage des oberen Stammes des Plexus brachialis im supraklavikulären Bereich erklären, die ihn anfällig für Kompressions- oder Traktionsverletzungen macht [25]. In der BL kommt es zu einer nach hinten verschobenen Lagerung der Schultern in Abduktion mit Außenrotation, die zu einer Kompression und Dehnung des Plexus brachialis (insbesondere der oberen Nervenwurzel) führen kann [33].

Eine Patient:in wies in unserer Studie eine Meralgia paraesthetica auf. Die MP wird durch eine Kompression des N. femoris cutaneus lateralis im Bereich des Leistenbandes vor der Spina iliaca anterior superior verursacht [34], was zu Dysästhesie, Parästhesie, Anästhesie oder Hypoästhesie in der vom LFCN innervierten Region, dem anterolateralen Oberschenkel, führt [35]. Marinelli et al. [28] und Bellinghausen et al. [36] berichten jeweils von Patient:innen mit Beatmung in BL bei COVID-19-ARDS und Entwicklung einer MP.

Ein:e Patient:in entwickelte ein Horner-Syndrom nach BL. Guillaume et al. beschrieben in einem Fallbericht auch die BL als mögliche Ursache für die Entwicklung eines Horner-Syndroms [37].

Bisher ist noch unklar, welche Risikofaktoren in der Entstehung von pNL bei BL eine Rolle spielen. In der Studie von Malik et al. an 83 Patient:innen wurden Diabetes mellitus, Adipositas sowie ein höheres Alter als Risikofaktoren identifiziert [24]. Dies deckt sich zumindest teilweise mit unserer Analyse, die ein signifikant häufigeres Auftreten von pNL bei Patient:innen mit Diabetes mellitus zeigt. Die Überschneidung der COVID-19-Pathophysiologie mit Typ-2-Diabetes mellitus, der selbst durch eine Kombination aus entzündlicher und vaskulärer Beteiligung mit pNL assoziiert ist, könnte dafür grundlegend sein [38]. In der Kohorte mit pNL zeigt sich auch eine Tendenz zu höherem Lebensalter sowie zu höherem BMI, die jedoch beide nicht signifikant sind. Gründe für die Entwicklung pNL sind sehr wahrscheinlich multifaktoriell [24]. In weiteren Studien werden ein niedriger BMI, Gewichtsverlust und Mangelernährung als mögliche Risikokonstellationen diskutiert [17, 39]. Ein Gewichtsverlust führt dabei zu einer Verringerung des Fettpolsters, welches den peripheren Nerv schützt [40]. Gegenteilig wird auch Adipositas als Risikofaktor diskutiert [24]. Darüber hinaus kann ein veränderter Ernährungszustand (Mangelernährung) an sich die Wahrscheinlichkeit einer Nervenschädigung oder Plexopathie erhöhen [39]. Hierzu lässt unsere Studie jedoch keine zusätzlichen Schlüsse zu.

pNL können Mobilität und Lebensqualität der Betroffenen stark einschränken [10, 22]. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass die hier betrachteten Patient:innen häufig unter vielfältigen

Komplikationen ihrer COVID-19-Erkrankung sowie der Langzeit-ITS-Behandlung leiden, zu denen die pNL erschwerend hinzukommen. Der Bedarf an kontinuierlicher medizinischer Versorgung mit erhöhter Nachfrage an weiterführender Rehabilitation und physikalischen Therapien ist dadurch seit der Pandemie stark angestiegen [22]. So zeigt sich auch in unserer Kohorte, dass Patient:innen mit pNL immobiler und weniger selbständig in die FR verlegt werden. Nach abgeschlossener FR können sie jedoch erfreulicherweise gleichermaßen mobil und selbstständig entlassen werden wie die Vergleichsgruppe. Es ist daher anzunehmen, dass diese Patient:innen einen besonders hohen Benefit haben durch den frühen Einsatz einer Komplexbehandlung in der FR mit früher Identifizierung der pNL, frühzeitig intensiver FR als Komplexbehandlung angepasst an den Gesundheitszustand und einer adäquaten Hilfsmittelerprobung- sowie anpassung. Zudem ist die untersuchte Kohorte im arbeitsfähigen Alter, was bei Langzeitfolgen auch zu erheblichen wirtschaftlichen Folgen führen kann.

41 Patient:innen (78,8%) wiesen insgesamt 148 ventrale DU auf. DU sind häufig und betreffen in unserer Kohorte v. a. das Gesicht (Jochbein 58,5%, Kinn 44,2%, Stirn 24,4% und Augenpartie 22%), aber auch die knöchernen Vorsprünge an Beckenkamm (36,6%) und Unterschenkel (34,1%). Ein Großteil der Patient:innen ist bei Übernahme (43,9%) und auch bei Entlassung (29,2%) noch auf ein spezialisiertes Wundmanagement im Sinne einer ärztlichen oder fachpflegerischen Wundversorgung angewiesen. Risikofaktoren für die Entwicklung von DU ließen sich in unserer Kohorte nicht identifizieren. Patient:innen mit DU zeigten im Vergleich zur Kontrollgruppe in den Übernahme- und Entlassassessments keine relevanten Unterschiede und auch kein unterschiedliche Liegedauer in der FR.

Die DU-Rate zeigte sich mit 78,8% sehr hoch. Lucchini et al. berichteten von 40% aller COVID-19 Patient:innen [13]. Andere Studien zeigen jedoch ähnlich hohe Inzidenzen von DU. In einer Fall-Kontrollstudie von Ibarra et al. [14] wiesen 77% der Patient:innen DU auf und in der Beobachtungsstudie von Challoner et al. boten sogar 88,7% ventrale DU [41].

Die Häufigkeit von DU im Gesichtsbereich, die in unserer Studie festgestellt wurde, war insgesamt höher als in dazu vorliegenden systematischen Reviews [13, 42]. Hier wurden die Ulcera mit 34%, 43% bzw. 19% angegeben. Ibarra et al. [14] berichten v. a. über DU an Jochbein (18%), Kinn (16%) und Nase (18%) [42–44]. Dies können wir in unserer Analyse weitgehend bestätigen, hier zeigen sich jedoch deutlich höhere Inzidenzen. Das kann natürlich erklärbar sein durch die selektionierten Übernahmekriterien auf die FR, die Patienten sind besonders schwer erkrankt [11]. Vergleichbar mit anderen Studien zeigt sich auch in unserer Kohorte das Auftreten von DU an den Ohren [45], den Augenlidern [45], den Wangenknochen [13, 45], dem Kinn [13, 23, 45], der Schulterpartie [45, 46], dem Thorax [13, 23, 47], dem Bauch [23, 48, 49], den Genitalien [45, 50] und anderen Stellen [51, 52].

Die Patient:innen mit DU in unserer Analyse wurden ebenso immobil und mit einer reduzierten ADL-Fähigkeit auf die FR verlegt (der Indikation entsprechend). Es zeigten sich jedoch keine negativen Auswirkungen auf den Rehabilitationsverlauf, was auf ein gutes Wundmanagement und den frühzeitigen Einsatz rehabilitativer Maßnahmen zurückzuführen sein könnte. Es ist davon auszugehen, dass eine frühe Mobilisierung zu Druckentlastung und damit

zur Wundheilung zusätzlich beiträgt, wodurch Folgeschäden vermieden werden können.

Wie bei Challoner et al. zeigte sich auch in unserer Analyse weder das Alter noch der BMI als Risikofaktor für die Entstehung von DU [41].

Es bleibt zu diskutieren, ob BL in der Pandemie wegen der hohen Zahl an Patient:innen und der Belastung des Personals besonders komplikationsträchtig war [41], diese Lagerungstechnik generell mit hohen Komplikationsraten verbunden ist, oder ob die Awareness und die Studienlage zum Thema sich einfach gebessert haben.

Limitationen

Limitierend für die Aussagekraft dieser Studie sind zum einen das vorselektionierte Patientenkollektiv: Die Prävalenz von BL-Komplikationen könnte durch die gezielte Aufnahme von schwer betroffenen Patient:innen in die Frührehabilitation überschätzt werden. Durch das monozentrische Studiendesign ist das positive Outcome nicht unbedingt auf andere Kliniken, z. B. solche ohne eine fachübergreifende Frührehabilitation im Akutkrankenhaus, übertragbar.

Aufgrund der geringen Studiengröße und der noch geringeren Anzahl an Patienten mit pNL ist zudem die statistische Aussagekraft eingeschränkt. Vor diesem Hintergrund wurde sich bewusst gegen eine multivariate Testung und Betrachtung von Kombinationseffekten entschieden.

Darüber hinaus werden Mobilität und Selbsthilfefähigkeit nur durch die verfügbaren Standardassessments gemessen und kleinere – aber individuell vielleicht sehr relevante – Funktionseinschränkungen könnten so eventuell nicht miterfasst werden. Durch das retrospektive Studiendesign aus Routinedaten waren die verfügbaren Variablen, die als Risikofaktoren untersucht werden konnten, limitiert.

Schlussfolgerung

Zusammenfassend zeigt diese Studie, dass Komplikationen der BL zum Zeitpunkt der Übernahme in die Frührehabilitation häufig sind: Wie in der Literatur beschrieben, spielen DU mit 78,8% und pNL mit 19,2% auch in unserem Patientenkollektiv dabei die größte Rolle. Insbesondere die pNL scheinen in der Phase der Frührehabilitation die Mobilisierung zu erschweren, was sich in signifikant schlechteren Werten im Aufnahmeassessment zeigt. Nach abgeschlossener, intensiver und spezialisierter Frührehabilitation (in unserem Fall FR als Komplexbehandlung im Akutkrankenhaus) sind keine signifikanten Unterschiede mehr in den Entlass-Assessments zu Mobilität und Selbsthilfefähigkeit zu sehen. Da andere Autoren [10, 22, 53] durchaus von Langzeitkomplikationen durch pNL berichten kann dies als Erfolg der FR gesehen werden und unterstreicht die Wichtigkeit einer adäquaten frührehabilitativen Therapie bei Patient:innen mit BL-assoziierten Folgeschäden.

DU sind die häufigsten BL-Komplikationen, scheinen die Mobilisierung jedoch in der Phase der FR nicht negativ zu beeinflussen.

Pat:innen mit COVID-19 und ARDS werden häufig bauchgelaagert. BL kann zu Folgeschäden führen. Patient:innen mit Komplikationen durch BL profitieren ggf. von einer FR. Patient:innen mit DU und pNL werden in der FR ebenso mobil wie Patient:innen ohne Komplikationen, durch:

- Frühzeitige Identifizierung von BL-assoziierten Komplikationen („head to toe examination“)
- Frühestmöglicher Einsatz rehabilitativer Maßnahmen (Frühmobilisation, Frührehabilitation bei Fällen mit komplexem Versorgungsbedarf) [54–55]
- Adäquate Hilfsmittelversorgung und Erlernen von Kompensationsstrategien
- Wundmanagement Mobilisierung zur Druckentlastung bei DU

Interessenkonflikt

Es liegt kein Interessenkonflikt vor.

Literatur

- [1] Rothan HA, Byrareddy SN. The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. *J Autoimmun* 2020; 109: 102433
- [2] Chung M, Bernheim A, Mei X et al. CT Imaging Features of 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV). *Radiology* 2020; 295: 202–207. doi:10.1148/radiol.2020200230
- [3] Grasselli G, Zangrillo A, Zanella A et al. Baseline Characteristics and Outcomes of 1591 Patients Infected With SARS-CoV-2 Admitted to ICUs of the Lombardy Region, Italy. *Jama* 2020; 323: 1574–1581. doi:10.1001/jama.2020.5394
- [4] Richardson S, Hirsch JS, Narasimhan M et al. Presenting Characteristics, Comorbidities, and Outcomes Among 5700 Patients Hospitalized With COVID-19 in the New York City Area. *Jama* 2020; 26: 323 2052–2059. doi:10.1001/jama.2020.6775
- [5] Koulouras V, Papathanakos G, Papathanasiou A et al. Efficacy of prone position in acute respiratory distress syndrome patients: A pathophysiology-based review. *World J Crit Care Med* 2016; 5: 121–136. doi:10.5492/wjccm.v5.i2.121
- [6] Langer T, Brioni M, Guzzardella A et al. Prone position in intubated, mechanically ventilated patients with COVID-19: a multi-centric study of more than 1000 patients. *Crit. Care* 2021; 25: 128. doi: 10.1186/s13054-021-03552-2
- [7] Ehrmann S, Li J, Ibarra-Estrada M et al. Awake prone positioning for COVID-19 acute hypoxaemic respiratory failure: a randomised, controlled, multinational, open-label meta-trial. *Lancet Respir Med* 2021; 9: 1387–1395. doi:10.1016/s2213-2600(21)00356-8
- [8] Rosén J, von Oelreich E, Fors D et al. Awake prone positioning in patients with hypoxemic respiratory failure due to COVID-19: the PROFLO multicenter randomized clinical trial. *Crit Care* 2021; 14: 25 209. doi:10.1186/s13054-021-03602-9
- [9] https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/113-001LGL_S3_Empfehlungen-zur-stationaeren-Therapie-von-Patienten-mit-COVID-19_2022-03.pdf Stand: 12.05.2022
- [10] Chiumello D, Cressoni M, Racagni M et al. Effects of thoraco-pelvic supports during prone position in patients with acute lung injury/acute respiratory distress syndrome: a physiological study. *Crit Care* 2006; 10: R87
- [11] Beyer J, Berliner M, Glaesener JJ et al. Positionspapier zur Fachübergreifenden Frührehabilitation. *Phys Med Rehab Kuror* 2015; 25: 260–280
- [12] Elmer N, Liebl ME, Schwedtke C et al. Akuterehabilitation nach COVID-19-Infektion : Eine ausgewählte Fallserie. *Z Rheumatol* 2022. doi:10.1007/s00393-022-01178-5

- [13] Lucchini A, Bambi S, Mattiussi E et al. Prone Position in Acute Respiratory Distress Syndrome Patients: A Retrospective Analysis of Complications. *Dimens Crit Care Nurs* 2020; 39: 39–46
- [14] Ibarra G, Rivera A, Fernandez-Ibarburu B et al. Prone position pressure sores in the COVID-19 pandemic: the Madrid experience. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2021; 74: 2141–2148. doi: 10.1016/j.bjps.2020.12.05751748-6815(20)30732-4
- [15] Binda F, Galazzi A, Marelli F et al. Complications of prone positioning in patients with COVID-19: A cross-sectional study. *Intensive Crit Care Nurs* 2021; 67: 103088. doi:10.1016/j.iccn.2021.103088
- [16] Hahn J-M. Dekubitus. In: Hahn J-M, editor. *Checkliste Innere Medizin*. 8., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage ed.: Georg Thieme Verlag; 2018
- [17] Brugliera L, Filippi M, Del Carro U et al. Nerve Compression Injuries After Prolonged Prone Position Ventilation in Patients With SARS-CoV-2: A Case Series. *Arch Phys Med Rehabil* 2021; 102: 359–362. doi:10.1016/j.apmr.2020.10.131
- [18] Goettler CE, Pryor JP, Reilly PM. Brachial plexopathy after prone positioning. *Crit Care* 2002; 6: 540–542
- [19] Herridge MS, Cheung AM, Tansey CM et al. One-year outcomes in survivors of the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2003; 348: 683–693
- [20] Juhl CS, Ballegaard M, Bestle MH et al. Meralgia Paresthetica after Prone Positioning Ventilation in the Intensive Care Unit. *Case Rep Crit Care* 2016; 2016: 7263201
- [21] Lucchini A, Russotto V, Barreca N et al. Short and long-term complications due to standard and extended prone position cycles in COVID-19 patients. *Intensive Crit Care Nurs* 2022; 69: 103158. doi:10.1016/j.iccn.2021.103158
- [22] Miller C, O'Sullivan J, Jeffrey J et al. Brachial Plexus Neuropathies During the COVID-19 Pandemic: A Retrospective Case Series of 15 Patients in Critical Care. *Phys Ther* 2021; 101: pzaa191. doi:10.1093/ptj/pzaa191
- [23] Douglas IS, Rosenthal CA, Swanson DD et al. Safety and outcomes of prolonged usual care prone position mechanical ventilation to treat acute coronavirus disease 2019 hypoxemic respiratory failure. *Crit. Care Med* 2021; 49: 490–502
- [24] Malik GR, Wolfe AR, Soriano R et al. Injury-prone: peripheral nerve injuries associated with prone positioning for COVID-19-related acute respiratory distress syndrome. *Br J Anaesth* 2020; 125: e478–e480
- [25] Sánchez-Soblechero A, García CA, Sáez Ansotegui A et al. Upper trunk brachial plexopathy as a consequence of prone positioning due to SARS-CoV-2 acute respiratory distress syndrome. *Muscle Nerve* 2020; 62: E76–E78
- [26] Poage C, Roth C, Scott B. Peroneal nerve palsy: Evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg* 2016; 24: 1–10
- [27] Shearer SC, Parsa KM, Newark A et al. Facial Pressure Injuries from Prone Positioning in the COVID-19 Era. *Laryngoscope* 2021; 131: E2139–E2142
- [28] Marinelli L, Mori L, Avanti C et al. Meralgia Paraesthetica after Prone Position Ventilation in a Patient with COVID-19. *Eur J Case Rep Intern Med* 2020; 7: 002039. doi:10.12890/2020_002039
- [29] Liebl ME, Elmer N, Schroeder I et al. Introduction of the Charité Mobility Index (CHARMI) – A Novel Clinical Mobility Assessment for Acute Care Rehabilitation. *PLoS One* 2016; 11: e0169010. doi:10.1371/journal.pone.0169010
- [30] Lübke N, Meinck M, Von Renteln-Kruse W. Der Barthel-Index in der Geriatrie. Eine Kontextanalyse zum Hamburger Einstufungsmanual. *Z Gerontol Geriatr* 2004; 37: 316–326. doi:10.1007/s00391-004-0233-2
- [31] Chang LG, Zar S, Seidel B et al. COVID-19 Prone Positioning and Its Possible Association With Foot Drop: A Case Series. *Cureus* 2021; 8 13: e14374
- [32] Terlemeç R, Özekli Mısırlıoğlu T, Palamar D et al. Bilateral foot drop after COVID-19-related acute respiratory distress syndrome: A case report. *Turk J Phys Med Rehabil* 2021; 1 67: 378–381
- [33] Bozentka D. Cubital tunnel syndrome pathophysiology: clinical orthopaedics and related research. *Clin Orthop Relat* 1998; 351: 90–94
- [34] Meralgia paraesthetica. In: Gehlen W, Delank H-W, editors. *Neurologie*. 12., vollständig überarbeitete Auflage ed. Georg Thieme Verlag; 2010
- [35] Majmundar N, Shastri D, Assina R et al. Meralgia paresthetica following prone position in posterior lumbar spinal surgery: Case series and review of the literature. *Interdisciplinary. Neurosurgery*. 2016; 8:
- [36] Bellinghausen AL, LaBuzetta JN, Chu F et al. Lessons from an ICU recovery clinic: two cases of meralgia paresthetica after prone positioning to treat COVID-19-associated ARDS and modification of unit practices. *Crit Care* 2020; 24: 580
- [37] Guillaume JE, Gowreesunker P. Horner's syndrome in the prone position--a case report. *Acta Anaesthesiol Belg* 2013; 64: 119–121
- [38] Sasaki H, Kawamura N, Dyck PJ et al. Spectrum of diabetic neuropathies. *Diabetol Int* 2020; 11: 87–96
- [39] Brugliera L, Spina A, Castellazzi P et al. Nutritional management of COVID-19 patients in a rehabilitation unit. *Eur J Clin Nutr* 2020; 74: 860–863
- [40] Papagianni A, Oulis P, Zambelis T et al. Clinical and neurophysiological study of peroneal nerve mononeuropathy after substantial weight loss in patients suffering from major depressive and schizophrenic disorder: suggestions on patients' management. *J Brachial Plex Peripher Nerve Inj* 2008; 3: 24
- [41] Challoner T, Vesel T, Dosanjh A et al. The risk of pressure ulcers in a pruned COVID population. *Surgeon* 2021; 6: S1479–S1666. (21)00121-9
- [42] Abroug F, Ouannes-Besbes L., Elatrous S et al. The effect of prone positioning in acute respiratory distress syndrome or acute lung injury: a metaanalysis: areas of uncertainty and recommendations for research. *Intensive Care Med* 2008; 34: 1002–1011
- [43] Sud S, Friedrich JO, Adhikari NKJ et al. Effect of prone positioning during mechanical ventilation on mortality among patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *CMAJ* 2014; 186: E381–E390
- [44] Gonzalez-Seguel F, Pinto-Concha JJ, Aranís N et al. Adverse events of prone positioning in mechanically ventilated adults with acute respiratory distress syndrome. *Respir Care* 2021; 66: 1898–1911
- [45] Jové PE, Villarrasa MA, Ortiz CD. Analysis of complications of prone position in acute respiratory distress syndrome: quality standard, incidence and related factors. *Enferm Intensiva* 2017; 28: 125–134
- [46] Chan MC, Hsu JY, Liu HH et al. Effects of prone position on inflammatory markers in patients with ARDS due to community-acquired pneumonia. *J Formos Med Assoc* 2007; 106: 708–716
- [47] Gleissman H, Forsgren A, Andersson E et al. Prone positioning in mechanically ventilated patients with severe acute respiratory distress syndrome and coronavirus disease 2019. *Acta Anaesthesiol Scand* 2021; 65: 360–363
- [48] Rodríguez-Huerta MD, Díez-Fernández A, Rodríguez-Alonso MJ et al. Nursing care and prevalence of adverse events in prone position: Characteristics of mechanically ventilated patients with severe SARS-CoV-2 pulmonary infection. *Nurs Crit Care* 2021; 16: 10
- [49] Léonet S, Fontaine C, Moraine JJ et al. Prone positioning in acute respiratory failure: survey of Belgian ICU nurses. *Intensive Care Med* 2002; 28: 576–580
- [50] Kappel C, Pitcaru J, Jones G et al. A case of possible Fournier's gangrene associated with proning in COVID-19 ARDS. *Can J Anaesth* 2020; 67: 1697–1698

- [51] Girard R, Baboi L, Ayzac L et al. The impact of patient positioning on pressure ulcers in patients with severe ARDS: results from a multicentre randomised controlled trial on prone positioning. *Intensive Care Med* 2014; 40: 397–403
- [52] Dudek NL, Buenger UR, Trudel G. Bilateral anterior superior iliac spine pressure ulcers: a case report. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 1459–1461
- [53] Miller C, Peek AL, Power D et al. Psychological consequences of traumatic upper limb peripheral nerve injury: a systematic review. *Hand Ther* 2017; 22: 35–45
- [54] Liebl ME, Gutenbrunner C, Glaesener JJ et al. Early Rehabilitation in COVID-19 – Best Practice Recommendations for the Early Rehabilitation of COVID-19 Patients. *Phys Med RehaKuror* 2020; 30: 129–134
- [55] Reißhauer A, Baack A, Liebl ME. Physiotherapie bei erwachsenen Patienten mit Verdacht oder Nachweis von COVID-19 an der Charité Universitätsmedizin Berlin. *Phys Med Reha Kuror* 2020; 30: 64–65