

# Fallvignetten aus der neurologischen Rehabilitation bei Patienten mit Post-COVID-Syndrom – Diskussionsvorschlag für die Leistungsdiagnostik

C. Dettmers<sup>1,2</sup>, C. Weich<sup>3</sup>, C. Herrmann<sup>4</sup>, R. Saile<sup>2,3</sup>, M. Preuss<sup>5</sup>, S. H. Chanyalew<sup>5</sup>, L. Schleicher<sup>3</sup>, D. Klaasen van Husen<sup>2</sup>, J. Randerath<sup>2,6</sup>, S. Stoll<sup>6</sup>, M. Tempfli<sup>2,6</sup>, M. Vieten<sup>3</sup>, M. Jöbges<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Kliniken Schmieder Konstanz

<sup>2</sup>Lurija Institut, Kliniken Schmieder Allensbach

<sup>3</sup>Sportwissenschaften, Universität Konstanz

<sup>4</sup>Kliniken Schmieder Gailingen

<sup>5</sup>Human Movement in Sports & Exercise, Universität Münster

<sup>6</sup>Psychologie, Universität Konstanz

## Zusammenfassung

Folgeerkrankungen nach einer durchgemachten Infektion mit SARS-CoV-2 umfassen ein weites Spektrum hinsichtlich Organschädigung, Symptomatik, Dauer, Verlauf und vor allem Schwere der Erkrankung. Bei den Patienten, die lange auf einer Intensivstation beatmet wurden, wird man sehr genau nach Lungenschäden und anderen Organschäden einschließlich zerebraler, peripher neurogener und myogener Schäden suchen und klären, inwiefern die verbliebenen Defizite darauf zurückzuführen sind. Das andere Ende des Spektrums bilden Patienten, die im Rahmen des Primärinfekts nicht hospitalisiert waren, bei denen Fatigue, Muskel-, Glieder- oder Kopfschmerzen und anderes im Vordergrund stehen und deren Krankheitssymptome häufig im Verlauf eine undulierende Intensität zeigen.

Bei Mitarbeitern im Gesundheitsbereich kann ein während der Arbeit erworbener Primärinfekt zur Anerkennung als Berufskrankheit führen. In der Folgezeit auftretende

Beschwerden werden vom Patienten und dann auch vom behandelnden Arzt häufig unter »Post-COVID« subsumiert, ohne dass ein ursächlicher Zusammenhang zu COVID-19 bewiesen ist. Aus dieser spezifischen und nicht repräsentativen Gruppe stellen wir einzelne Fallbeispiele dar. Wir waren überrascht, dass sich viele psychische, psychosomatische und psychiatrische Komorbiditäten fanden.

Im zweiten Teil stellen wir unsere Diagnostik zur kognitiven, emotionalen und motorischen Fatigue und Fatigability dar. Insbesondere in dieser initial nicht hospitalisierten Patientengruppe bedarf es einer gründlichen somato-psychischen Differentialdiagnostik, um die Ursachen und das sozio-psychosomatische Bedingungsgefüge zu erfassen. Eine Identifikation der unterschiedlichen Komponenten innerhalb des Post-COVID-Beschwerdekomplexes soll eine möglichst effiziente Therapie ermöglichen, um eine Reintegration in das soziale Leben in Alltag und Beruf anzubahnen.

**Schlüsselwörter:** Post-COVID-Syndrom, Komorbidität, Psychosomatik, Fatigue, Fatigability, Differentialdiagnostik

## Einleitung

Etwa 80% der Infektionen mit dem Severe acute respiratory syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) während der ersten Welle in Deutschland 2020 verliefen milde [32]. 18% wurden stationär aufgenommen und wiederum 14% hiervon wurden intensivpflichtig. Ein Teil aller Infizierten – möglicherweise etwa 15% – trägt Folgeschäden unterschiedlichen Ausmaßes davon [36]. Bleiben längerfristige Beeinträchtigungen zurück, wird man nach organischen Folgeschäden suchen und diese fachärztlich behandeln lassen.

Von Long-COVID spricht man, wenn die Beschwerden länger als vier Wochen anhalten [6]. Post-COVID-19 bezeichnet den Verlauf, wenn Beschwerden über den Zeitraum von 12 Wochen hinaus auftreten.

In einer irischen Verlaufsstudie entwickelten etwa 50% der mit SARS-CoV-2 Infizierten Fatigue über die 10. Woche hinaus, wobei dies nicht von der Schwere

des initialen Infekts abhing und auch keine immunologischen Prädiktoren hierfür identifiziert werden konnten [38]. 50% der Post-COVID-Patienten waren initial nicht hospitalisiert gewesen. Frauen und Patienten mit Depressionen in der Vorgeschichte waren unter den Patienten mit Fatigue überrepräsentiert [38]. Über 30% dieser Patienten waren auch nach 10 Wochen noch nicht wieder arbeitsfähig [38]. 50% von ihnen war im Gesundheitssystem tätig. Ist die Infektionskette eindeutig – wie dies häufig bei Mitarbeitern im Gesundheitsdienst der Fall ist – wird das Krankheitsbild in Deutschland häufig zügig als Berufskrankheit anerkannt – möglicherweise dann auch Folgeerscheinungen des Primärinfekts oder im Verlauf aufgetretene Beschwerdekomplexe (»Post-COVID«).

In einer der frühen Verlaufsstudien aus Wuhan wurden von 2.469 stationären Patienten sechs Monate später 1.733 nachuntersucht und befragt [18]. Fatigue oder Muskelschwäche wurde am häufigsten angegeben

(63%), gefolgt von Schlafstörungen (26%), Angst und Depression (23%).

An einer internationalen Online-Umfrage nahmen 3.762 Teilnehmer teil, 1.020 positive getestete bzw. bestätigte Fälle, 2.742 unbestätigte [7]. Bei >90% dieser Patienten dauerte die Erholung länger als 35 Wochen. Nach sechs Monaten waren die häufigsten Symptome Fatigue (87% bei den Patienten mit anhaltenden Beschwerden, 45% bei denen, die sich vom Primärinfekt erholt hatten), belastungsinduziertes Unwohlsein (post-exertional malaise) und kognitive Einschränkungen. 86% der Teilnehmer gaben eine Zunahme der Beschwerden bei körperlichem Training, körperlicher oder mentaler Aktivität und Stress an. 45% gaben ein reduziertes Arbeitspensum an. 22% hatten ihre Arbeit nach sechs Monaten noch nicht wieder aufgenommen [7].

Zu den fünf häufigsten Symptomen bei Long-COVID gehören Fatigue, Kopfschmerzen, Aufmerksamkeitsstörungen, Haarausfall und Dyspnoe [32]. Zu den weiteren Symptomen gehören Anosmie, Ageusie, Husten, Schmerzen/Beklemmungen im Brustbereich, Gedächtnisschwierigkeiten, vermehrte Ängste und Depressivität [32]. Auch Myalgien gehören zu den am häufigsten genannten Symptomen.

In einer narrativen Übersicht stellen Garg et al. in einer Tabelle mit den Daten aus sieben Originalarbeiten die Prävalenzraten der häufigsten Symptome von Long-COVID-19 zusammen [14]. Die Prävalenzraten für Fatigue werden für eine Studie mit 2.113 Teilnehmern mit 95% angegeben, für die bereits zitierte Online-Studie mit 3.762 Teilnehmern mit 78%. Aber es findet sich auch eine chinesische Studie (538 Teilnehmer) mit einer Prävalenzrate für Fatigue von 28% und zwei kleinere Studien mit 143 und 120 Teilnehmern und Prävalenzraten von 53 und 55% [14].

Bei einer begrenzten Anzahl und auch durch die Zuweisung vorselektionierter Post-COVID-Patienten in unserer Konstanzer Einrichtung, die vorwiegend Phase-D-Patienten behandelt, mussten wir feststellen, dass sich unter dem Post-COVID-Syndrom häufig psychische Krankheitssyndrome finden lassen. In dem folgenden Beitrag wollen wir durch Fallvignetten auf diese Möglichkeit aufmerksam machen, dass sich nach einem milden Primärinfekt, also bei ursprünglich nicht hospitalisierten Patienten, unter dem Etikett der »Post-COVID-Erkrankung« psychiatrische Krankheitsbilder verbergen können. Natürlich sind diese vier Fallvorstellungen nicht repräsentativ für das gesamte Spektrum. Vermutlich stellen sie das eine Ende des Spektrums dar und sind damit nicht repräsentativ für die Gesamtheit. Sie erlauben keine Aussage zu den Prävalenzraten. Sie sollen aber aufzeigen, dass bei diesen Patienten bzw. der Zuweisungsdiagnose »Post-COVID-Syndrom« eine kompetente neurologisch-psychiatrisch-psycho-somatische Differentialdiagnostik unbedingt notwendig ist. Die Aufarbeitung der Patienten mit Post-COVID-Syndrom fängt jetzt erst an und ist bisher häufig dar-

auf begrenzt, in möglichst großen Studien Symptome, Prävalenzraten, immunologische Pathomechanismen und Risikofaktoren für das Post-COVID-Syndrom zu identifizieren.

Im zweiten Teil wollen wir unsere Diagnostik der kognitiven, motorischen und emotionalen »trait«- und »state«-Komponente der Fatigue und Fatigability vorstellen (zu den Begrifflichkeiten im zweiten Teil). Es wichtig, die einzelnen Komponenten zu identifizieren und zu gewichten, weil ihre Behandlung sich fundamental unterscheidet. Nur durch eine richtige Zuordnung kann ursächlich die richtige und konsequente Behandlung erfolgen, um so den Patienten wieder in sein soziales Leben respektive das Erwerbsleben zu reintegrieren.

### Fallvignetten

#### Fallbeschreibung 1:

##### *Erkrankungsbeginn:*

Es handelt sich um einen Ende 50-jährigen Patienten, der im Gesundheitssystem arbeitete. Im März 2020 habe er hohes Fieber, Glieder- und Kopfschmerzen entwickelt und zu Hause mit starken, grippeähnlichen Symptomen gelegen. Vier Tage später sei er auf COVID-19 positiv getestet worden und habe auch gleich gewusst, von welchem Patienten er sich angesteckt habe. Dieser habe während intensiver Behandlung viel gehustet. Bei seinem Patienten sei dann COVID-19 diagnostiziert worden und die Krankheit unseres Rehabilitanden sei schnell als Berufskrankheit anerkannt worden. Zweieinhalb Wochen nach Beginn der Erkrankung sei er froh gewesen, seine Arbeit wiederaufnehmen zu können. Er sei aber nie ganz leistungsfähig gewesen. Er habe zeitweise Kreislaufbeschwerden entwickelt, zunehmende Müdigkeit, Gelenk-, Muskel-, Kopf- und Nackenschmerzen. Später entwickelt er einen Hörsturz, Tinnitus und Schwindel, dann auch Schlafstörungen. Die wiederholte Abklärung in einer universitären HNO-Klinik und probatorische Behandlung mit Cortison brachte keine Klärung oder Linderung. Sechs Monate nach Wiederaufnahme seiner Arbeit wurde er anhaltend krankgeschrieben. Drei Monate später wurde er zur Rehabilitation bei uns aufgenommen. Im Vordergrund seiner Beschwerden standen motorische Fatigue und »höllische« Muskelschmerzen, die nach 20 bis 30 Minuten auftraten und dann für Stunden anhalten könnten. In den Armen würde im Prinzip dasselbe Problem bestehen.

##### *Vorgeschichte:*

Bis zwei Jahre vor dem Infekt sei er noch Bergmarathon gelaufen. Aufgrund eines intermittierenden Vorhofflimmerns habe er das Lauftraining vor dem COVID-Infekt auf 30 bis 45 Minuten reduziert.

##### *Laufbanduntersuchung:*

Der Patient zeigte kein fokalneurologisches Defizit. Die

elektrophysiologische Untersuchung zeigte keinen Hinweis auf eine neuromuskuläre Erkrankung. Im Rahmen einer Laufbanduntersuchung lief er 20 Minuten mit einer Geschwindigkeit von 5,8 km/h und einer Steigung von 5°. Gegen Ende der Laufbanduntersuchung gab er an, maximal noch fünf Minuten in diesem Tempo hätte weiter gehen zu können. Er habe Schmerzen und Missempfindungen in den Beinen, als ob die Beine aufgeblasen seien. Videoaufnahmen von hinten und von der Seite zeigten keine Veränderung seines Gangbildes zwischen Anfang und Ende.

#### *Neuropsychologische Testung:*

Die ausführliche neuropsychologische Testung über 3,5 Stunden erbrachte Hinweise auf leichte Defizite in der Konzentrationsleistung und der visuellen langfristigen Merkleistung. Im Vordergrund stand eine mittelgradige kognitive Belastbarkeitsminderung.

#### *Fragebögen:*

Der Patient-Health-Questionnaire (PHQ-D) erbrachte keinen Hinweis auf: Somatoformes Syndrom, Major Depression Syndrom oder andere depressive Syndrome, Paniksyndrom oder andere Angstsyndrome, Bulimia nervosa, »Binge-Eating«-Störung oder Alkoholsyndrom, lediglich ein Hinweis auf ein fragliches hypochondrisches Syndrom sollte in einer Nachexploration noch einmal abgeklärt werden. Der Fragebogen zu Dissoziativen Syndromen gestaltete sich unauffällig. Das Beck-Depressions-Inventar BDI II ergab keine Hinweise auf eine Depression.

#### *Sozialmedizinische Leistungsbeurteilung:*

Auch gegen Ende der vierwöchigen Rehabilitationsbehandlung gab der Patient an, sich körperlich nicht habe auftrainieren und verbessern zu können. Für den körperlich anstrengenden Beruf sei er nicht ausreichend belastbar. Unter dem Verdacht einer Somatisierungsstörung wurde er aufgrund der subjektiven Beschwerden und den Hinweisen aus der neuropsychologischen Untersuchung auf eine unzureichende Belastbarkeit arbeitsunfähig entlassen mit dem Ziel einer beruflichen Wiedereingliederung in absehbarer Zeit.

#### Fallbeschreibung 2:

##### *Krankheitsentwicklung:*

Es handelt sich um eine Anfang 40-jährige Patientin. Im März 2020 kurzfristig Fieber und positive PCR-Testung auf SARS-CoV-2. Später anhaltend subfebrile Temperaturen, Hyposmie, Hypogeusie und Gliederschmerzen. Keine Krankenhausbehandlung. Haushalt und zwei kleine Kinder habe sie weiterhin versorgen können. Krankschreibung für zehn Tage. Sie sei wieder joggen gegangen, weil »ihr die Decke auf den Kopf gefallen sei«. Ihr sei aber klar gewesen, dass es sich um eine schwere Krankheit gehandelt habe. Auf Nachfrage,

Neurol Rehabil 2021; 27(3): 167–175 | <https://doi.org/10.14624/NR2103001> | © Hippocampus Verlag 2021

#### **Case vignettes from neurological rehabilitation in patients with post-COVID syndrome – Suggested discussion for performance diagnostics**

C. Dettmers, C. Weich, C. Herrmann, R. Saile, M. Preuss, S. H. Chanyalew, L. Schleicher, D. Klaasen van Husen, J. Randerath, S. Stoll, M. Tempfli, M. Vieten, M. Jöbges

#### **Abstract**

Secondary illness after a previous infection with SARS-CoV-2 covers a wide spectrum in terms of organ damage, symptoms, duration, course and, above all, the severity of the disease. In patients who have been ventilated for a long time in an intensive care unit, one will look very carefully for lung damage and other organ damage, including cerebral, peripheral neurogenic and myogenic damage, and clarify to what extent the remaining deficits can be attributed to this. At the other end of the spectrum are patients who were not hospitalized during the primary infection, for whom fatigue, headache, muscle, limb or other symptoms are in the foreground and whose symptoms often fluctuate in intensity over the course of the disease. For employees in the health sector, a primary infection acquired at work may be recognized as an occupational disease. Subsequent complaints are often subsumed under "post-COVID" by the patient and then also by the attending physician, without proving a causal connection to COVID-19. We present individual case studies from this specific and non-representative group. We were surprised that there were many psychological, psychosomatic and psychiatric comorbidities. In the second part we present our diagnostics for cognitive, emotional and motor fatigue and fatigability. Particularly in this initially non-hospitalized patient group, a thorough somato-psychological differential diagnosis is required in order to determine the causes and the socio-psychosomatic set of conditions. An identification of the different components within the post-COVID complaint complex should enable the most efficient therapy possible in order to initiate reintegration into social life in everyday life and at work.

**Keywords:** Post-COVID syndrome, comorbidity, psychosomatics, fatigue, fatigability, differential diagnostics

woher sie die Information gehabt habe, antwortet sie: Aus den Medien, da sei ja so viel berichtet worden. Sie habe sich lieber länger geschont. Sie arbeitete in Teilzeit in einer Praxis im Gesundheitsbereich. Aufgrund der verordneten Kurzarbeit sei sie zu Hause geblieben. Anschließend durchgehend krankgeschrieben bis zur Rehabilitation im Mai 2021. Vorher Behandlung und Abklärung in einer universitären Nachsorgeambulanz. Anerkennung der Berufskrankheit im August 2020. Höhe und Zahlung des Verletztengeldes stehe noch aus. Sie sei durch eine Berufsunfähigkeitsversicherung abgesichert.

##### *Zwischenzeitliche Beschwerden:*

Sie habe sich durchgehend schlapp gefühlt, als ob sich ein Infekt an den anderen reihe. Subfebrile Temperaturen, »blöder Kopf«. Bewegung an der frischen Luft habe ihr immer gutgetan. Im Winterurlaub 16 bis 20 km Langlauf praktiziert mit entsprechenden Höhenunterschieden. Das habe ihr gut getan. Anschließend keine erhöhten Temperaturen mehr. Eine halbe Stunde Autofahren schaffe sie nicht. Alles, bei dem sie den Kopf brauche, klappe nicht. Organisieren, Backen mit den Kindern

seien zu viel Reize. Weihnachten habe sie erstmals nicht gebacken. Ostern sei es schon ein bisschen besser gegangen. Wenn sie das Treppenhaus gefegt habe, habe sie anschließend eine Pause gebraucht. Meist habe sie sich dreimal am Tag hingelegt. Die Erschöpfung mache sich so bemerkbar, dass der Kopf heiß werde, die Oberlippe zittere und manchmal der ganze Körper. Dass es in der Pandemiezeit keinen Besuch zuhause gegeben habe, sei ihr entgegengekommen.

*Aktuelle Beschwerden zum Zeitpunkt der Aufnahme in die Rehabilitation:*

Weiterhin »blöder Kopf«. Sie sei schnell reizbar. Minimale Reize könne sie nicht mehr aushalten. Die Erschöpfung komme manchmal schnell und abrupt, manchmal langsam. Das Konzentrationstraining in der Gruppe bei uns in der Rehabilitationseinrichtung habe gut funktioniert, aber die Erklärungen der Betreuerin für eine Mitpatientin am Nebentisch habe sie nicht ertragen können.

*Neuropsychologische Untersuchung:*

Die ausführliche neuropsychologische Testung – einschließlich der Aufmerksamkeitstestung (TAP 2.3) vor und nach Belastung – ergab keinen Hinweis auf eine Beeinträchtigung kognitiver Teilleistungen. Subjektiv machte sie im Verlauf der Testung auf einen zunehmenden Kopfdruck aufmerksam.

*Fragebögen:*

PHQ-D: kein Hinweis auf somatoforme Störung, auf Major Depression, Paniksyndrom, Angststörung, Essstörung, Alkoholsyndrom, psychosoziale Belastungen durch Sorgen über die Gesundheit, Belastung durch Versorgung von Kindern, Eltern oder anderen Familienangehörigen. Im BDI II erreichte sie Punktwert 12. Dies spricht für keine oder minimale depressive Symptome. Die Fatigue-Skala für Motorik und Kognition (FSMC) sprach für schwere kognitive und motorische Fatigue. Im Fragebogen zu dissoziativen Syndromen wurden nur zwei Fragen mit 70 bzw. 50 % beantwortet. Alle übrigen 42 Fragen wurden mit 0 % Dissoziation beantwortet.

*Sozialmedizinische Leistungsbeurteilung:*

Die Patientin tat sich außerordentlich schwer damit zu akzeptieren, dass auch noch andere Belastungsfaktoren – außer COVID-19 – zu ihren Beschwerden beitragen können. Sie wurde mit der Diagnose einer Anpassungsstörung arbeitsunfähig entlassen mit einer positiven Erwerbsprognose und der Empfehlung, ambulante psychologische Therapie in Anspruch zu nehmen.

**Fallbericht 3:**

*Akute Krankheitsphase:*

Anfang 40-jährige Lehrerin in Teilzeit (75%). COVID-19-Infektion im Dezember 2020 auffällig durch Geschmacksverlust, Geruchsverlust und allgemeine Schlaptheit.

Die Krankheitsphase fiel in die Weihnachtsferien. Zwei Wochen Quarantäne. Keine Krankenhausbehandlung. Im Januar Wiederaufnahme ihrer Tätigkeit im Home-Office.

*Zwischenanamnese:*

Im Februar 2021 Entwicklung von Dyspnoe, wenn sie schnellen Schrittes ging, Fatigue, Kopfschmerzen, Muskelschmerzen, »Lungenschmerzen«, Parästhesien an Händen und Füßen. Krankschreibung seit März 2021. Unauffälliger Herz-Lungenbefund.

*Aktuelle Beschwerden bei Aufnahme in der Rehabilitation:*

Gleichbleibende Erschöpfung, mangelnde Leistungsfähigkeit, Kopfschmerzen, Muskelschmerzen, Lungenschmerzen, Krabbeln in Händen und Füßen. Sie sei körperlich nicht belastbar bzw. schnell erschöpft. Wenn sie sehr langsam gehe, könne sie das eine Stunde machen. Es falle ihr nicht schwer, ein Buch zu lesen oder einen Film zu schauen. Seit Anfang März krankgeschrieben.

Vor einigen Jahren habe sie eine Depression gehabt. Das habe sich anders angefühlt. Damals sei der Kopf betroffen gewesen, jetzt der Körper. Man habe ihr auch während der akuten Erkrankung von ärztlicher Seite aus geraten, sich nicht zu belasten. Das könne alles viel schlimmer machen.

*Neuropsychologische Therapie:*

Im Rahmen der Übungsgruppen und im Kontakt konnten keine Beeinträchtigungen kognitiver Teilleistungen festgestellt werden. Die psychische Befindlichkeit besserte sich zunehmend. Gegen Ende konnte sie ein positiveres Selbstbild entwickeln und wieder mehr Selbstvertrauen fassen.

*Laufbanduntersuchung:*

Es fanden zwei Untersuchungen statt. In einer kurzen Vortestung (Rampentest) wurde die Geschwindigkeit alle 30 Sekunden um 0,3 km/h gesteigert und in Rücksprache mit der Patientin die Geschwindigkeit für den Belastungstest bestimmt. Während der Testung wurden über eine mobile Spirometrie Atemtiefe, Atemfrequenz und der akute Sauerstoffverbrauch gemessen. Sie selbst war sehr erstaunt, wie weit sie sich belasten konnte, war aber überzeugt, dass sie am nächsten Tag den Zusammenbruch erleben würde.

Am Folgetag wurde sie befragt, wie es ihr gehe. Beim Aufstehen sei es ihr zunächst gut ergangen, aber nach dem Frühstück habe sie sich hinlegen müssen. Zwischen den Anwendungen habe sie sich hinlegen müssen. Sie sei natürlich total frustriert, dass heute gar nichts mehr gehe.

Bei dem Belastungstest einige Tage später war sie in der Lage, eine Stunde mit einer Geschwindigkeit von 6 km/h zu gehen. Am nächsten Tag war sie total »verdattert« und konnte es gar nicht glauben, was sie leisten konnte. Sie scherzte, dass sie sich jetzt »fast als Betrügerin vorkomme«.

*Fragebögen:*

Sozialmedizinische Leistungsbeurteilung: Die Rehabilitandin konnte die Behandlungszeit als Lernphase annehmen und sich mit ihren Beschwerden und vermeintlichen Belastbarkeitsgrenzen auseinandersetzen. Sie nahm wahr, dass sie körperlich deutlich belastbarer – eigentlich normal belastbar – war, entwickelte zunehmend Selbstvertrauen und konnte für ihre nähere Zukunft positive Perspektiven entwickeln. Sie wurde mit der Diagnose einer depressiven Episode arbeitsunfähig entlassen mit dem Ziel, nach den Sommerferien ihren Schuldienst stufenweise wieder aufzunehmen.

## Fallbericht 4:

*Akute Krankheitsphase:*

Erkrankung während des Urlaubs Ende 2020 zusammen mit ihrem Mann. Husten, Fieber für drei Tage, Druck auf der Brust, Anosmie. Dreitägige Krankenhausbehandlung, keine Sauerstoffgabe.

Ihr Mann sei deutlich älter als sie und seit acht Jahren an Parkinson erkrankt. Ihr Mann sei zehn Tage auf der Intensivstation gewesen und habe kurz vor der Beatmung gestanden. Er habe eine schwere Lungenentzündung und Thrombose erlitten. Er habe vier Wochen im Krankenhaus gelegen. Er habe sich initial nur im Rollstuhl bewegen können. Mittlerweile sei er beruflich wieder eingegliedert worden, aber sei nicht mehr so belastungsfähig wie früher.

Insgesamt sei dies eine schlimme Zeit gewesen. Das hänge ihr noch nach. Sie erinnere sich noch, als sie den Anruf aus dem Krankenhaus erhielt: Sie habe nicht gewusst, wie es weitergehe, und große Angst gehabt. Sie habe sich komplett alleingelassen gefühlt und alles telefonisch arrangieren müssen. Es sei sehr schlimm gewesen, was sie erlebt hätten. Wenn sie das Wort »Parkinson« höre, bleibe ihr die Luft weg. Der Blick in die Zukunft sei immer von einer grauen Wolke begleitet. In den letzten Jahren sei es immer um die anderen gegangen: Um ihren Ehemann, dann sei bei dem Vater Lungenkrebs diagnostiziert worden, die Mutter sei 80. Manchmal falle es ihr schwer, zum Briefkasten herunterzugehen.

*Beruf:*

Im August 2020 sei ihr nach 20-jähriger Betriebszugehörigkeit gekündigt worden. Nach der akuten Phase der COVID-19-Infektion habe sie Anfang 2021 eine neue Ausbildung begonnen. Die Ausbildung habe sie begeistert. Aber jetzt habe sie Schwierigkeiten anzuwenden, was sie gelernt habe. Sie könne sich nicht aufraffen, wie geplant eine Praxis zu gründen. Bei bürokratischen Anforderungen habe sie das Gefühl, »ein Brett vor dem Kopf« zu haben.

*Neuropsychologische Testung:*

Die Ergebnisse der neuropsychologischen Untersuchungen im Sinne einer Belastungsproberprobung und

Profildiagnostik (3-stündiger Gruppentest bzgl.: Konzentration, verbales und nonverbales Gedächtnis, intellektuelle Leistungen, exekutive Funktionen [divergentes und induktives Denken], Planung), sowie der computergestützten Aufmerksamkeitsdiagnostik und der Verhaltensbeobachtungen lieferten keine Hinweise auf berufsrelevante kognitive Defizite.

*Belastbarkeit:*

Für den Zeitraum von drei Stunden ist in strukturierten kognitiven Anforderungssituationen von einer angemessenen konzentrativen Dauerbelastbarkeit auszugehen. Zur Festigung und Weiterführung der persönlichen Entwicklungen in der Krankheitsbewältigung wurde der Rehabilitandin die Fortführung der psychotherapeutischen Begleitung im Rahmen einer ambulanten Behandlung empfohlen.

*Laufbanduntersuchung:*

60 Minuten mit 5,8 km/h. Keine sichtbaren Auffälligkeiten beim Gangbild. Die Attraktor-basierte Untersuchung zeigt keine Veränderung des Gangbildes im Verlauf der Untersuchung.

*Sozialmedizinische Beurteilung:*

Die Patientin wurde mit der Diagnose einer depressiven Episode arbeitsunfähig mit positiver Prognose für ihre letzte Tätigkeit entlassen.

**Diagnostisches Instrumentarium**

Fatigue ist ein unspezifisches Symptom, das einerseits nach verschiedenen Arten der Hirnschädigung auftreten kann. Andererseits wird es gehäuft bei entzündlichen Erkrankungen gesehen, sei es im Rahmen akuter Entzündungen mit Fieber, sei es bei chronischen Entzündungen, insbesondere Autoimmunerkrankungen wie Multiple Sklerose, Neurosarkoidose oder rheumatoider Arthritis. Es liegt nahe, sich die diagnostischen Verfahren und Erfahrungen, die wir zur Einschätzung der Fatigue bei MS entwickelt haben, auch für die Diagnostik der Fatigue bei Post-COVID nutzbar zu machen [9, 10].

Für die MS hat sich entsprechend Kluger et al. die grundsätzliche Unterscheidung zwischen Fatigue und Fatigability durchgesetzt [21]. Fatigue stellt die subjektive Wahrnehmung des Patienten dar. Sie wird üblicherweise durch Fragebögen erfasst. Fatigability repräsentiert die Änderung der Performance. Sie lässt sich im Bereich der Motorik häufig beobachten und messen. Für beide Begriffe wird die momentane Befindlichkeit (»state«-Komponente) von einer längerfristig, über Wochen bestehenden »trait«-Komponente abgegrenzt. Die »state«-Komponente wird häufig mittels visueller Analogskala erfasst: »Wie erschöpft fühlen Sie sich gerade auf einem Maßstab zwischen 0 und 10?« Die »trait«-Komponente wird mittels Fragebogen erfasst, der sich

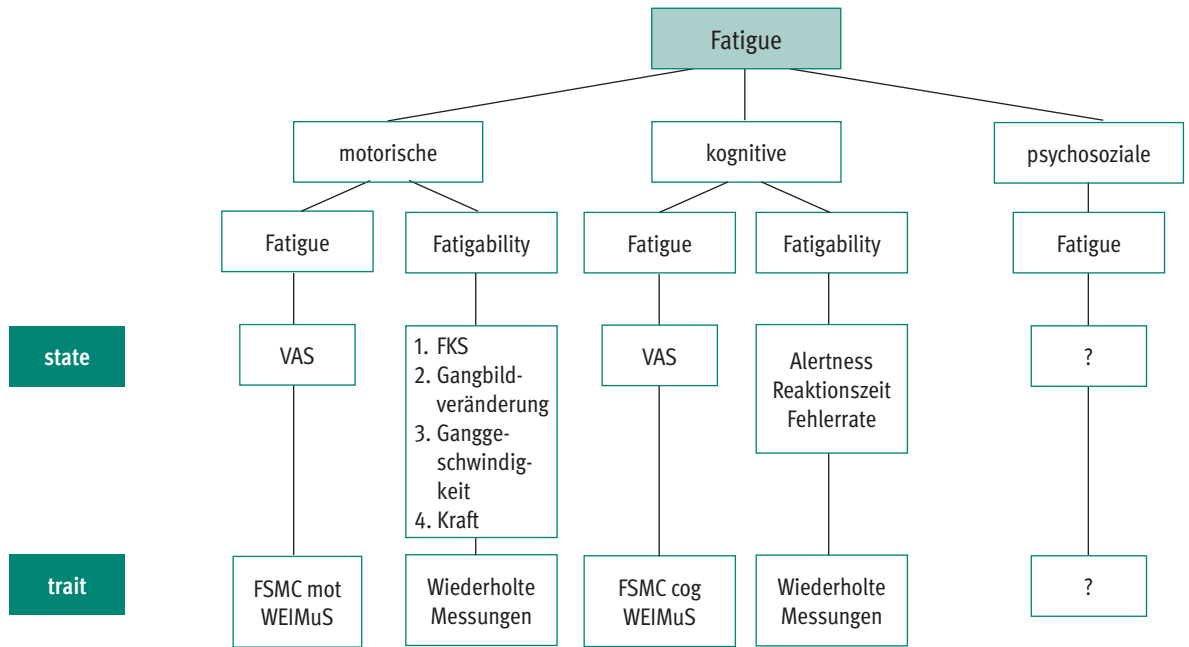


Abb. 1: Schema mit den verschiedenen Komponenten der motorischen, emotionalen und kognitiven Fatigue und Fatigability. Erfasst werden soll jeweils eine state Komponente und eine trait Komponente (in Anlehnung an [24])

auf die letzten drei oder vier Wochen bezieht. Im Bereich der Multiplen Sklerose sind im deutschsprachigen Raum vor allem vier Fragebögen üblich: die Fatigue Skala für Motorik und Kognition (FSMC [27]), das Würzburger Erschöpfungsinventar für Multiple Sklerose (WEIMuS [12]), die Fatigue Severity Scale [24] und die Modified Fatigue Impact Scale (MFIS [37]) (zitiert nach Sander et al. [30]). Diese sind psychometrisch gut evaluiert. Es liegt nahe, sie auch für die Einschätzung der Fatigue bei Patienten mit Post-COVID-Syndrom zu nutzen, auch wenn sie für dieses Krankheitsbild nicht evaluiert wurden. Ferner unterscheidet man neben der motorischen und kognitiven Fatigue mittlerweile auch eine emotionale oder psychosoziale Fatigue [25] (vgl. Abb. 1).

Versucht man, diese verschiedenen Komponenten der Fatigue und Fatigability mit ihren diagnostischen Möglichkeiten in ein Schema zu bringen, so ergibt sich die Übersicht, wie sie in **Abbildung 1** in Anlehnung an Linnhoff dargestellt ist [25].

Abhängig von den individuellen Beschwerden des Patienten decken wir nicht immer alle Komponenten aus dem Schema ab, sondern gehen pragmatisch wie folgt vor:

■ **Laufbanduntersuchung zur Bestimmung der motorischen Fatigability:**

Zur Quantifizierung einer möglichen motorischen Fatigability werden die Patienten bei einer individuell definierten Gehgeschwindigkeit über maximal eine Stunde belastet. Zur Bestimmung der individuell adäquaten Gehgeschwindigkeit wird wenige Tage vor dem 1-Stunden-Dauertest ein »Rampentest« auf einem medizinischen Laufband durchgeführt. Hierbei wird das Gangtempo von einer Ausgangsbelastung von 1 km/h alle 30 Sekunden um 0,3 km/h gesteigert, bis die Testleitung einen ersten überproportionalen Anstieg der Ventilation (VE) detektieren kann (Beispiel in **Abb. 2**). Dieser markiert die sogenannte Ventilatorische Schwelle (VT1), die sich in Klinik und Prävention als Ausdauerkennwert etabliert hat [20, 26, 31] (**Abb. 2**).

Beim Dauertest werden zur Einschätzung der metabolischen Beanspruchung dann erneut spirometrisch die Atemfrequenz, das Atemvolumen sowie die Sauerstoffaufnahme »breath-by-breath« aufgezeichnet. Weiterhin können auf Basis von »Inertial Measurement

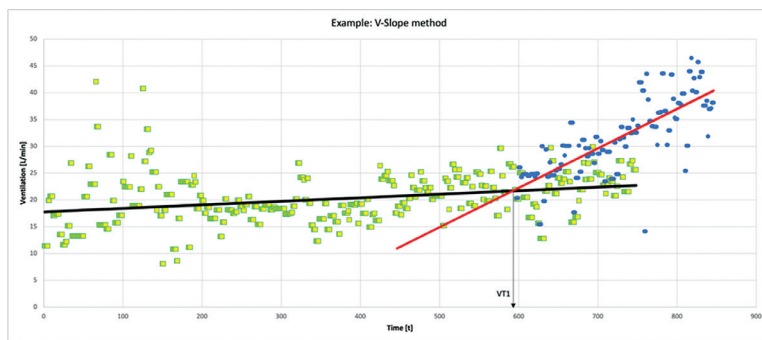


Abb. 2: Ventilation (VE in L/min) während des Rampentests bei einer Versuchsperson. Man erkennt deutlich den einen Knick, der den Beginn der adäquaten Belastung darstellt. Anhand der Aufzeichnungen war nachvollziehbar, dass der Patient zum markierten Zeitpunkt bei 6,1 km/h gegangen ist

Unit«-Daten, die jeweils über Bewegungssensoren an den Sprunggelenken erfasst werden, etwaige Gangbildveränderungen nachgewiesen werden. Diese können dann, als Folge einer Leitungsverzögerung oder eines belastungsabhängigen Leitungsblocks – ähnlich wie bei der Multiplen Sklerose – als Nachweis motorischer Fatigability gewertet werden [34, 35]. Dies lässt sich bei Patienten mit MS teilweise beobachten, aber vor allem auch über sog. Attraktoren berechnen (zur Ganganalyse mittels Attraktoren vgl. [39]). Dabei liegt der Schwerpunkt der Analyse darin, ob sich das Gangbild am Ende der Belastung von dem initialen Gangbild unterscheidet. **Abbildung 3** zeigt als Beispiel in blau den Attraktor zu Beginn und in dunkelrot den zum Ende der Belastung. Im Beispiel kann jedoch, wie bereits optisch anhand des sehr ähnlichen Verlaufs erkennbar, kein signifikanter Unterschied des Gangbilds festgemacht werden. Grundsätzlich stellen potenzielle Gangbildveränderungen einen Nachweis organischer Veränderungen des motorischen Systems, seiner Netzwerke oder der Pyramidenbahn (z.B. durch geschwindigkeits- oder gebrauchabhängige Leitungsblöcke der Nerven) dar [3, 40] (**Abb. 3**).

#### ■ Neuropsychologische Testbatterie:

Die Patienten werden einer ausführlichen neuropsychologischen Testung unterzogen, einerseits, um Hinweise für eine hirnorganische Schädigung aufzuspüren, andererseits häufig im Rahmen der sozialmedizinischen Leistungseinschätzung.

#### ■ Belastungstest mittels tonischer Alertness:

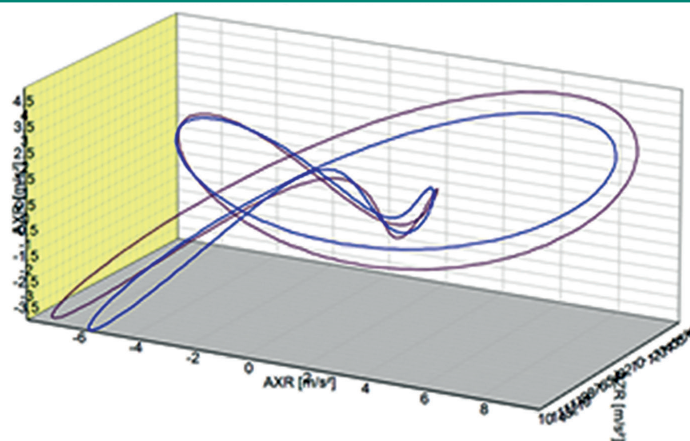
Gleichzeitig wird der dreieinhalbstündige Test genutzt, um standardisiert kognitive Erschöpfung zu produzieren. Um 8:00, 11:00 und 14:00 Uhr werden Reaktionszeiten mittels der tonischen Alertness aus der TAP-Testbatterie gemessen [5]. Bereits die 8:00-Uhr-Messung im ausgeruhten Zustand wird häufig als biologischer Marker für Fatigue gewertet. Lange Zeit wurde Abfall der Reaktionszeit im Tagesverlauf, insbesondere der Abfall der Reaktionszeit vom Mittag zum Nachmittag, als plausibler Nachweis gewertet. Neueste Untersuchungen weisen darauf hin, dass bereits die morgendliche Grundmessung der Alertness im ausgeruhten Zustand den stärksten prädiktiven Wert für den Erwerbsstatus drei Monate nach der Rehabilitation hat [11].

#### ■ Patientenfragebögen:

Becks-Depressions-Inventar BDI-2 [17], Patient-Health-Questionnaire (PHQ-9) [23], Fatigue Severity Scale (FSS[24]), Fatigue Skala für Motorik und Kognition (FSMC [27]), Fragebogen zu dissoziativen Symptomen [13]), Oslo Social Support Scale (OSSS [22]).

#### ■ Psychosomatisches Konsil/Behandlung:

Bei allen Patienten wird – wenn sie nicht bereits in der Abteilung für Psychotherapeutische Neurologie liegen – ein psychosomatisches Konsil durchgeführt.



**Abb. 3:** Attraktorbasierte Auswertung einer Laufbandbelastung: Die Attraktoren haben zu Beginn und zum Ende der Untersuchung dieselbe Form und Variabilität, was belegt, dass es zu keiner Veränderung des Gangbildes gekommen ist, wie es für motorische Fatigability zu erwarten ist

## Diskussion

Man kann diskutieren, ob es sinnvoll ist, vier Patienten vorzustellen, die bei einem Krankheitsbild mit sehr breitem Spektrum an einem Ende des Spektrums liegen. Man kann von diesen vier Patienten sicherlich nicht auf die Prävalenz dieser Symptomkonstellation schließen und nichts generalisieren und auf andere Patienten übertragen. Das ist auch nicht die Intention dieses Beitrags. Wir selbst waren jedoch überrascht, bei einem vermeintlich schweren und folgenreichen Krankheitsbild – Post-COVID-Syndrom – viele psychosomatische Überlagerungen zu sehen. Da die wissenschaftliche Aufarbeitung des Post-COVID-Syndroms und vor allen die Einzelfallanalyse dieses Krankheitsgeschehens jetzt erst beginnt, wollen wir mit diesen Fallvignetten die wissenschaftliche Diskussion anregen. Während in der aktuellen Literatur viele Hypothesen aufgestellt werden, wie das Post-COVID-Syndrom durch entzündliche oder immunologische Prozesse erklärt werden kann, gibt es eher wenig gut aufgearbeitete Falldarstellungen, die im Einzelfall das psychodynamische Bedingungsgefüge analysieren. Ein anderer Aspekt ist, inwieweit soziale Medien zu einer Entwicklung und Fixierung des Beschwerdebildes beigetragen haben [4].

Umgekehrt bedeuten die Beschreibung und Berücksichtigung des psychosozialen Bedingungsgefüges nicht, dass es keine organischen Trigger gegeben hat oder organische Prozesse beteiligt waren oder sind. Hier muss man – wie bei vielen neurologischen Erkrankungen – vom »entweder – oder« zum »sowohl, als auch« kommen [10, 33]. Organische und psychodynamische Prozesse schließen sich nicht aus, sondern liegen häufig beide vor, verstärken sich gegenseitig oder beeinflussen sich zumindest wechselseitig.

Die vier Fälle, die wir hier vorstellen, waren alle primär während der Infektion nicht hospitalisiert bzw. nicht beatmungs- oder sauerstoffpflichtig. Sie stellen einen kleinen

Ausschnitt der Patienten dar, die ihre Beschwerden auf die durchgemachte SARS-CoV-2-Infektion zurückführen. Trotz glaubhaft erlebter subjektiver Fatigue fanden wir in den beschriebenen Fällen keine objektiven Hinweise auf motorische oder kognitive Fatigability.

Bei diesen vier Patienten gehen wir davon aus, dass es sich nicht um rein organische Folgeerkrankungen der Infektion mit COVID-19 handelt, sondern um ein komplexes Wechselspiel mit psychiatrisch-psychosomatischen Zweiterkrankungen (Komorbiditäten). Es fanden sich bei diesen Patienten teilweise manifeste depressive Episoden in der Vorgeschichte. Gleichzeitig waren alle vier sehr leistungsorientiert. Man kann sich fast des Eindrucks nicht erwehren, dass der durch die Post-COVID-Erkrankung ermöglichte Rückzug aus der Verantwortung zur Lösung erheblicher psychosozialer Belastungsfaktoren beigetragen hat. Den meisten dieser Patienten fiel es schwer, eine psychische oder psychodynamische Ursache in Betracht zu ziehen. Aufgrund der zeitlichen Abfolge der Erkrankung waren sie von dem ursächlichen Zusammenhang zur COVID-19-Erkrankung überzeugt und liefen unter dem Label »Post-COVID«. Bei einigen bestanden Hinweise darauf, dass die massive Präsenz von Kranken- und Krankheitsfolgeberichten in den Medien als eine suggestive Komponente für einen subjektiven Krankheitszusammenhang beigetragen haben könnte (vgl. [4]).

Die Pathogenese neurokognitiver Folgen einer SARS-CoV-2-Infektion ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht klar. Auch Patientinnen und Patienten, die initial nur unter milden COVID-19-Symptomen gelitten hatten, klagten über derartige anhaltende Beschwerden. Rass et al. beschrieben den Verlauf drei Monate nach dem Primärinfekt in einer Kohorte von 135 Patienten [28]. 24% von ihnen hatten initial einen leichten Verlauf und waren ambulant behandelt worden. Subjektiv berichteten alle Patienten, auch die mit milder Erkrankung, ähnlich häufig über Vergesslichkeit, Konzentrations- und Denkschwierigkeiten. Insgesamt fühlte sich nach drei Monaten jeder Dritte in seiner Lebensqualität eingeschränkt.

Von 100 Patienten, die sich nach mildem Verlauf in einer neurologischen COVID-19-Sprechstunde in Chicago vorstellten, hatten in dieser prospektiven Studie 81% kognitive Störungen, die sie selbst als »Hirnebel« (»brain fog«) beschrieben [16]. 68% klagten über Kopfschmerzen, 60% über Taubheitsgefühle oder Kribbelparästhesien, 59% über Geschmacksstörungen und jeweils 55% über Anosmie oder Myalgien. 85% litten zusätzlich an einer Fatigue [16].

Ein Editorial weist auf die vielfältigen Einflussfaktoren bei Langzeitfolgen von COVID-Infektionen hin [1]. Nach Goertz ist Fatigue mit 78% das häufigste Symptom in einer Population von über 2.000 Patienten mit Long-COVID-Syndrom, gefolgt von Unwohlsein nach Belastung (72%) und kognitiven Defiziten (55%) [15]. In einer Longitudinal-Studie aus Ecuador zeigten sechs Monate nach einer COVID-19-Erkrankung

mit nur leichtem Verlauf ein Fünftel der seropositiven Patienten deutliche Verschlechterungen kognitiver Testwerte. Analysiert wurden Daten des »Atahualpa Projektes« [8]. Kamal et al. konstatieren, dass die Schwere der Post-COVID-Symptome von der initialen Schwere der Erkrankung und der Anzahl der Komorbiditäten abhängig ist [19], was vorher zitierten Publikationen teilweise widerspricht, dass Post-COVID-Beschwerden unabhängig von der Schwere des Primärinfekts seien [38]. Eine erhöhte psychische Belastung im Kontext der COVID-19-Pandemie in Deutschland mit dem Risiko der Entwicklung psychischer Erkrankungen wurde kürzlich in der Allgemeinbevölkerung wie auch bei Beschäftigten im Gesundheitsbereich beschrieben [29].

Allen großen Übersichtsarbeiten fehlt jedoch weithin eine detaillierte psychiatrische oder psychosomatische Analyse, inwiefern die Symptome im Einzelfall wirklich ursächlich Folge einer COVID-19-Infektion sind und nicht Folge psychischer Stressoren im Zusammenhang mit der COVID-19-Pandemie oder der eigenen Krankheitsbewältigung im Rahmen einer prämorbid bestehenden Erkrankung, Prädisposition oder Persönlichkeit.

In den Leitlinien der DGN geht es bisher primär um die Behandlungsmöglichkeiten der primären Erkrankung [2], nicht so sehr um die Diagnostik des Post-COVID-Syndroms, welches hier zur Diskussion steht. Die Leitliniengruppe »Post-COVID«, die sich aus 14 Fachgesellschaften zusammensetzte, veröffentlichte am 7.6.2021 eine Definition der COVID-Folgeerkrankungen:

1. Akute COVID-19-Erkrankung innerhalb eines Zeitraums von 4 Wochen
2. Weiterbestehende COVID-19-Erkrankung nach einem Zeitraum von 4 Wochen
3. Post-COVID-19-Syndrom nach einem Zeitraum von 12 Wochen
4. Long COVID-19-Syndrom bezeichnet den symptomatischen Verlauf ab Woche 4 bis über Woche 12 hinaus
  - a) Symptome, die nach der akuten COVID-19-Phase oder deren Behandlung fortbestehen
  - b) Symptome nach der akuten COVID-19-Erkrankung, die zu einer neuen gesundheitlichen Einschränkung führen
  - c) Neue Symptome, die nach Ende der akuten Phase aufgetreten sind, aber als Folge von COVID-19 gesehen werden bzw. mit der akuten Erkrankung assoziiert sind
  - d) Verschlechterung einer vorbestehenden Grunderkrankung.

Gerade die Punkte 4.c) und 4.d) sind problematisch, da sie keinen kausalen Zusammenhang zwischen SARS-CoV-19-Infektion und Post- oder Long-COVID voraussetzen, sondern nur den zeitlichen Zusammenhang sehen. Aus diesem Grund sollten nach unserer Einschätzung in zukünftigen Definitionen psychoreaktive und nicht unmittelbar krankheitsimmanente Komorbiditäten besser abgegrenzt werden.



## Schlussfolgerung

Alle, auch primär nicht hospitalisierte Patienten, bei denen eine Infektion mit dem Corona Virus gesichert ist und die später ein Syndrom mit Fatigue, Schmerzen und erheblichen Leistungsmängeln erleiden und bei denen ein Post-COVID-Syndrom vermutet wird, müssen einer gezielten, kompetenten neurologisch-psychiatrischen und neuropsychologischen Differential-Diagnostik zugeführt werden – möglichst in einer Abteilung, die Erfahrung mit Fatigue hat und über entsprechende diagnostische Möglichkeiten verfügt. Nur so ist eine effektive Behandlung mit Aussicht auf erfolgreiche Reintegration in das Sozialleben wie Erwerbsleben möglich.

## Literatur

- Baker HA, Safavynia SA, Evered LA. The »third wave«: impending cognitive and functional decline in COVID-19 survivors. *Br J Anaesth*. 2021; 126(1): 44–7.
- Berlit Pea. Neurologische Manifestationen bei COVID-19. S1-Leitlinie. In: Neurologie DGF, editor. Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. www.dgn.org/leitlinien (abgerufen am 01.08.2021) 2021.
- Broscheid KC Behrens M, Dettmers C, Joebges M, Schega L. Quantifizierung motorischer Performance Fatigability bei Multipler Sklerose. *Neurologie & Rehabilitation* 2021; 27: 13–22.
- Callard F, Perego E. How and why patients made Long Covid. *Soc Sci Med* 2021; 268: 113426.
- Claros-Salinas D, Bratzke D, Greitemann G, Nickisch N, Ochs L, Schroter H. Fatigue-related diurnal variations of cognitive performance in multiple sclerosis and stroke patients. *J Neurol Sci* 2010; 295(1–2): 75–81.
- Crosby SS. My COVID-19. *Ann Intern Med* 2021; 174(1): 120–1.
- Davis HE, Assaf GS, McCorkell L, Wei H, Low RJ, Re'em Y, et al. Characterizing long COVID in an international cohort: 7 months of symptoms and their impact. *EclinicalMedicine* 2021: 101019.
- Del Brutto OH, Wu S, Mera RM, Costa AF, Recalde BY, Issa NP. Cognitive decline among individuals with history of mild symptomatic SARS-CoV-2 infection: A longitudinal prospective study nested to a population cohort. *Eur J Neurol* 2021. DOI: 10.1111/ene.14775. Epub Date: 2021/02/13
- Dettmers C, Joebges, M., Schmidt, R. Fatigue und Fatigability bei Multipler Sklerose - Implikationen für die sozialmedizinische Leistungsbeurteilung. *Die Rehabilitation*. 2020; 59: 1–3.
- Dettmers C, Joebges, M., Schmidt, R. Fatigue und Fatigability bei MS - Zwei Seiten einer Medaille. *neuro aktuell* 2020(6): 35–40.
- Dettmers C MS, Weimer-Jaekel A, Godde B, Joebges M. Cognitive fatigability, not fatigue predicts employment status in patients with MS three months after rehabilitation. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*. 2021 (In press, journal pre-proof).
- Flachenecker P, Muller G, König H, Meissner H, Toyka KV, Rieckmann P. [»Fatigue« in multiple sclerosis. Development and validation of the »Wurzburger Fatigue Inventory for MS«]. *Nervenarzt* 2006; 77(2): 165–6, 8–70, 72–4.
- Freyberger HJ, Stieglitz RD, Kuhn G, Magdeburg N, Bernstein-Carlson E. Questionnaire on dissociative symptoms. German adaptation, reliability and validity of the American Dissociative Experience Scale (DES). *Psychother Psychosom Med Psychol* 1998; 48(6): 223–9.
- Garg M, Maralakunte M, Garg S, Dhooria S, Sehgal I, Bhalla AS, et al. The Conundrum of »Long-COVID-19«: A Narrative Review. *Int J Gen Med* 2021; 14: 2491–506.
- Goertz YM, Van Herck M, Delbressine JM, Vaes AW, Meys R, Machado FVC, et al. Persistent symptoms 3 months after a SARS-CoV-2 infection: the post-COVID-19 syndrome? *ERJ Open Res* 2020; 6(4).
- Graham EL, Clark JR, Orban ZS, Lim PH, Szymanski AL, Taylor C, et al. Persistent neurologic symptoms and cognitive dysfunction in non-hospitalized Covid-19 »long haulers«. *Ann Clin Transl Neurol* 2021; 8(5): 1073–85.
- Hautzinger M. [The Beck Depression Inventory in clinical practice]. *Nervenarzt* 1991; 62(11): 689–96.
- Huang C, Huang L, Wang Y, Li X, Ren L, Gu X, et al. 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study. *Lancet* 2021; 397(10270): 220–32.
- Kamal M, Abo Omirah M, Hussein A, Saeed H. Assessment and characterisation of post-COVID-19 manifestations. *Int J Clin Pract* 2021; 75(3): e13746.
- Kindermann W. Anaerobe Schwelle. *Dtsch Z Sportmed* 2004; 55(3): 161–2.
- Kluger BM, Krupp LB, Enoka RM. Fatigue and fatigability in neurologic illnesses: proposal for a unified taxonomy. *Neurology* 2013;0(4): 409–16.
- Kocalevent RD, Berg L, Beutel ME, Hinze A, Zenger M, Harter M, et al. Social support in the general population: standardization of the Oslo social support scale (OSSS-3). *BMC Psychol* 2018; 6(1): 31.
- Kroenke K, Spitzer RL, Williams JB. The PHQ-9: validity of a brief depression severity measure. *J Gen Intern Med* 2001; 16(9): 606–13.
- Krupp LB, LaRocca NG, Muir-Nash J, Steinberg AD. The fatigue severity scale. Application to patients with multiple sclerosis and systemic lupus erythematosus. *Arch Neurol* 1989; 46(10): 1121–3.
- Linnhoff S, Fiene M, Heinze HJ, Zaehle T. Cognitive Fatigue in Multiple Sclerosis: An Objective Approach to Diagnosis and Treatment by Transcranial Electrical Stimulation. *Brain Sci* 2019; 9(5): 100.
- Meyer T, Lucia A, Earnest CP, Kindermann W. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters-theory and application. *Int J Sports Med*. 2005; 26 Suppl 1: S38–48.
- Penner IK, Raselli C, Stocklin M, Opwis K, Kappos L, Calabrese P. The Fatigue Scale for Motor and Cognitive Functions (FSMC): validation of a new instrument to assess multiple sclerosis-related fatigue. *Mult Scler* 2009; 15(12): 1509–17.
- Rass V, Beer R, Schiefecker AJ, Kofler M, Lindner A, Mahlknecht P, et al. Neurological outcome and quality of life 3 months after COVID-19: A prospective observational cohort study. *Eur J Neurol* 2021.
- Rothke N, Wollschlager D, Kunzler AM, Rohde A, Molter S, Bodenstern M, et al. [Mental burden, resilience and tendency towards absenteeism among healthcare personnel in Germany during the first wave of the COVID-19 pandemic in spring 2020 : An ad hoc survey]. *Nervenarzt* 2021; 92(6): 579–90.
- Sander C, Voelter H-U, Schlake H-P, Eling P, Hildebrandt H. Diagnostik der Fatigue bei Multipler Sklerose. *Aktuelle Neurologie* 2017; 44: 8.
- Scharhag-Rosenberger F. Spiroergometrie zur Ausdauerleistungsdiagnostik. *Dtsch Z Sportmed* 2010; 61(6): 146–7.
- Schlitt A SK, Platz T. Die Rehabilitation nach einer COVID-19 Erkrankung. *Deutsches Ärzteblatt* 2021; 118(15): A774–8.
- Schmidt R, Luetgehetmann R, Krauß B, Schörner K. Vom »entweder-oder« zum »sowohl, als auch«: Die integrierte Versorgung komorbider neurologischer und funktionell psychischer Störungen im neurologischen Fach- und Rehabilitationskrankenhaus. *Neurol Rehabil* 2007; 13: 109–18.
- Sehle A, Mundermann A, Starost K, Sailer S, Becher I, Dettmers C, et al. Objective assessment of motor fatigue in Multiple Sclerosis using kinematic gait analysis: a pilot study. *J Neuroerg Rehabil* 2011; 8: 59.
- Sehle A, Vieten M, Sailer S, Mundermann A, Dettmers C. Objective assessment of motor fatigue in multiple sclerosis: the Fatigue index Kliniken Schmieder (FKS). *J Neurol* 2014; 261(9): 1752–62.
- S1-Leitlinie Post-COVID/Long-COVID [Internet]. AWMF online. 2021 [cited 10.08.2021].
- Tellez N, Rio J, Tintore M, Nos C, Galan I, Montalban X. Does the Modified Fatigue Impact Scale offer a more comprehensive assessment of fatigue in MS? *Mult Scler* 2005; 11(2): 198–202.
- Townsend L, Dyer AH, Jones K, Dunne J, Mooney A, Gaffney F, et al. Persistent fatigue following SARS-CoV-2 infection is common and independent of severity of initial infection. *PLoS One* 2020; 15(11): e0240784.
- Vieten MM, Sehle A, Jensen RL. A novel approach to quantify time series differences of gait data using attractor attributes. *PLoS One* 2013; 8(8): e71824.
- Vieten MM, Weich C. The kinematics of cyclic human movement. *PLoS One* 2020; 15(3): e0225157.

### Interessenvermerk

Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

### Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Christian Dettmers  
Kliniken Schmieder Konstanz  
Eichhornstr.68  
78464 Konstanz  
c.dettmers@kliniken-schmieder.de

