



ISSN : 2350-0743

www.ijramr.com

Internationale Zeitschrift für aktuelle Fortschritte in der multidisziplinären Forschung

Vol. 09, Issue 09, pp.7987-7989, September, 2022

FORSCHUNGSARTIKEL

POST-COVID-SYNDROM: EIN NEUES KONZEPT DER REHABILITATION

¹Khalid Taha Yassin Turkey,² Eman Kadry Abd- Elghany Elnaqeeb,³ Dina Mostafa El-Maleh und⁴ Heba Ali Abd El-Ghaffar

¹Assistenzprofessor für Physiotherapie in der Abteilung für Innere Medizin und Geriatrie der Fakultät für Physiotherapie Therapie, 6. Oktober Universität, Ägypten;² Demonstrator für Physiotherapie für Innere Medizin und Geriatrie Abteilung, Fakultät für Physiotherapie, 6. Oktober Universität, Ägypten;³ Dozentin für Geriatrie und Gerontologie Abteilung, Medizinische Fakultät, Ain Shams Universität, Ägypten;⁴ Assistenzprofessor für Physiotherapie für Abteilung für kardiovaskuläre/respiratorische Erkrankungen und Geriatrie, Fakultät für Physiotherapie, Universität Kairo, Ägypten

ARTIKEL INFO

Artikel Geschichte:

Eingegangen 18th Juni, 2022
In überarbeiteter Form erhalten

ABSTRACT

19th Juli, 2022
Angenommen 27th August, 2022 Online veröffentlicht 28th September, 2022

Schlüsselwörter:

Hochton-Power-Therapie, Post-Covid-Syndrom, Rehabilitationen, Lebensqualität.

Die Pandemie COVID-19 hat jedes System des menschlichen Körpers angegriffen und zu Multiorganstörungen geführt, die sich auf die medizinische Versorgung, die Gesundheitsfürsorge, die sozioökonomische Situation und die allgemeine Lebensqualität in jedem Land auswirken. Nach der

Genesung von der akuten Infektion entwickelt ein großer Teil der Bevölkerung anhaltende Anzeichen und Symptome, die mehr als drei Monate oder länger andauern und als Post-COVID-Syndrom (PCS), persistierendes Post-COVID-Syndrom (PPCS) und langes COVID bezeichnet werden. Ein multidisziplinäres Rehabilitationsprogramm wurde eingerichtet, um das PCS zu kontrollieren und zu behandeln. Körperliches Bewegungstraining hat immunmodulatorische Wirkungen, die die Genesung fördern, die Lebensqualität verbessern, das Immunsystem schützen, die Entzündung modulieren und die Stickstoffoxid-Synthesewege gegen das PCS stimulieren können. Elektrotherapie kann Muskelschwund verhindern, die Muskelkraft und -funktion verbessern und die Durchblutung beim PCS aufrechterhalten. Wir dürfen nicht vergessen, dass Faktoren in der PCS-Rehabilitation Lebensqualität, Aktivitäten des täglichen Lebens, Schmerzen, Schlafqualität, Ernährungszustand, Stimmung und die Notwendigkeit der Rückkehr zur Arbeit sind. Elektrotherapie in Form von Hochtonstromtherapie, die eine besondere Eigenschaft der Amplitude und Frequenz hat, kann die Post-COVID-Symptome kontrollieren und die Lebensqualität verbessern. In diesem Zusammenhang werden wir kurz auf ein neues Konzept der Rehabilitation bei Post-Covid-Syndrom eingehen.

EINFÜHRUNG

Langfristige Auswirkungen von COVID-19 führen zu anhaltenden Symptomen und einem Anstieg der Prävalenz chronischer Erkrankungen (1-3). Das Post-COVID-Syndrom (PCS) umfasst anhaltende körperliche, medizinische und kognitive Probleme, da die Symptome mehr als drei Monate nach der ersten COVID-19-Infektion fortbestehen (4). Experten zufolge sind fast 80 % der Weltbevölkerung von einer COVID-19-Infektion betroffen, so dass alle diese Patienten mehr oder weniger stark eine Rehabilitation für ausgewählte Erscheinungsformen des PCS benötigen (5). Die Rehabilitation von Patienten nach einer COVID-19-Infektion konzentriert sich auf die Verbesserung der anhaltenden Symptome von Dyspnoe, Müdigkeit, Schlafstörungen und eingeschränkter Funktionsfähigkeit, wobei die Intensität des Rehabilitationsprogramms schrittweise gesteigert wird, um letztlich die körperliche Verfassung und die Lebensqualität zu verbessern (6). Zu den häufigen Symptomen des PCS gehören allgemeine Müdigkeit, Schlafstörungen und andere Symptome im Zusammenhang mit Multiorganstörungen (7). Die Pathogenese von PCS beruht auf einer chronischen Entzündung auf niedrigem Niveau und einer Aktivierung der zellvermittelten Immunität mit einem Anstieg der Entzündungsmediatoren (8).

*Berichterstattender Autor: Ass. Prof. Dr. Khalid Taha Yassin Turky, Assistenzprofessor für Physiotherapie in der Abteilung für Innere Medizin und Geriatrie, Fakultät für Physiotherapie, Universität des 6. Oktober, Ägypten.

Darüber hinaus werden eine Immunsuppression und ein Anstieg des Spiegels proinflammatorischer Zytokine sowie eine Überexpression von Interleukin 6 (IL-6) mit anhaltender Entzündung und Müdigkeit in Verbindung gebracht. Darüber hinaus sind eine Dysregulation des Immunsystems und eine mitochondriale Dysfunktion häufige Ursachen für Müdigkeit nach einer Virusinfektion (9). Wie die British Society of Rehabilitation Medicine (BSRM) feststellt, erfordert das Post-COVID-Syndrom eine langwierige multidisziplinäre Rehabilitation durch mehrere Fachrichtungen (10). Es gibt bereits Rehabilitationspfade, die den Rehabilitationsbedarf von Patienten mit Langzeiterkrankungen, pulmonaler, neurologischer, muskuloskelettaler, psychologischer, physischer, kognitiver und kardialer Rehabilitation bewerten und bewältigen, was mehrere Fachrichtungen erfordert, zeitaufwändig ist und hohe Kosten verursacht. Die Elektrotherapie ist ein neuer Quantensprung, bei dem die Frequenz und die Amplitude gleichzeitig moduliert werden, wodurch den menschlichen Zellen eine hohe Energie zugeführt wird, die die mitochondriale Aktivität erhöht und den Gewebestoffwechsel fördert. Die Fluktuation des Zellmembranpotentials durch

Die HTT-Breitbandfrequenz führt zu einer Schwingung der Gewebestruktur, wodurch Entzündungsmediatoren, Nährstoffe und Abfallstoffe gestreut werden, um die Zellaktivitäten zu normalisieren und den Körper zu revitalisieren (12,13), so dass ein hoher Ton die PCS-Symptome beeinflussen kann.

Obwohl auf dem Gebiet des Post-Covid-Syndroms geforscht wurde, gibt es keine Studien, die die Wirkung von HTT auf chronische Müdigkeit, Dyspnoe, Funktionsfähigkeit und Schlafstörungen bei Patienten mit Post-Covid-Syndrom untersucht haben. Daher beschließen wir, diese Studie durchzuführen, um die Hypothese der Wirksamkeit von HTT bei Patienten mit Post-Covid-Syndrom zu untersuchen.

DISKUSSION

Die Anwendung der HTT in Form eines Ganzkörper-Vitalisierungsprogramms am PC könnte eine praktikable, wirksame nicht-invasive Modalität sein, die zu einer Verbesserung der submaximalen körperlichen Leistungsfähigkeit, der Müdigkeit, des Dyspnoe-Scores und der Schlafqualität von PCS-Patienten führt, so die ersten Ergebnisse

dieser Studie. Das gesamte Programm umfasste sechs Sitzungen / drei Sitzungen pro Woche. Mögliche Mechanismen dieser Verbesserung sind die Anwendung von HTT, die zu einer Zunahme der Anzahl und Größe der Mitochondrien führt, die Beschleunigung der Diffusionsrate(14), die Erzeugung eines Resonanzeffekts zur Förderung des Stoffwechsels und die Streuung der Entzündungsmediatoren und Nährstoffe(12). Die Amplitude und die Frequenz von HTT werden gleichzeitig moduliert, wobei die angewandten Frequenzen kontinuierlich zwischen 4,096 und 32,768 Hz liegen. Die Wirkmechanismen der HTT setzen körpereigene Schmerzmittel frei und verbessern die Mikrozirkulation durch die Erhöhung der Bioverfügbarkeit von Stickstoffmonoxid (16). Schlafverlust induziert eine systemische Entzündung niedrigen Grades, die durch die Freisetzung verschiedener Moleküle wie Zytokine, Chemokine und Akute-Phase-Proteine gekennzeichnet ist; alle diese Moleküle können Veränderungen der zellulären Komponenten der Blut-Hirn-Schranke (BHS), insbesondere der Endothelzellen des Gehirns, fördern (17). Frühere Studien von Moez et al. (16) und Nowakowska et al. (18) kamen zu dem Schluss, dass die Hochton-Power-Therapie die Dynamik des Blutflusses in der peripheren Mikrozirkulation erhöht, die Gewebedurchblutung verbessert und die Zell- und Funktionskapazität steigert. A. Klassen et al. (19) führten eine Studie über urämische periphere Neuropathie bei Patienten mit Nierenerkrankungen im Endstadium durch und kamen zu dem Schluss, dass die Hochtonstromtherapie Schmerzen, Beschwerden, Schlafstörungen und Lebensqualität verbessert. Rose et al. (20) berichteten, dass die HTT die Stoffwechseleinstellung bei Patienten mit Typ-2-Diabetes verbesserte und die Produktion von proinflammatorischen Zytokinen (Zytokine, Chemokine, Adipokine und Akute-Phase-Proteine) verringerte. Die Zytokine, Tumornekrosefaktor (TNF)- α , Tumorstadiumsfaktor (TGF) β , Interleukin (IL)-6, IL-10, das Chemokin RANTES und das Adipokin Adiponectin werden nach Ende der Behandlung reduziert, was möglicherweise langfristige Auswirkungen hat. HTT ist die perkutane elektrische Stimulation der Skelettmuskulatur mit Frequenzen über 40 Hz zur Erzeugung einer Muskelkontraktion. HTT führt zur Muskelkontraktion großer motorischer Einheiten mit synchroner Depolarisation und höheren Feuerungsraten ihrer Motoneuronen, was zu einer stärkeren Muskelkontraktion als bei einer freiwilligen Kontraktion, aber auch zu einer schnelleren Erschöpfung und einem anaeroben Stoffwechsel des Muskels führt (12). Diese "umgekehrte" Rekrutierung der motorischen Einheiten führt zu einer Verringerung der Scherkräfte zwischen den Muskelfasern und verhindert Unbehagen oder Schmerzen (20). Der mit der COVID-19-Infektion verbundene Zytokinsturm führt zu einer erhöhten Sekretion von entzündungsfördernden Zytokinen und Chemokinen wie IL-6, TNF- α , Makrophagen-Entzündungsprotein 1-alpha sowie C-reaktivem Protein und Ferritin. Zytokine und Chemokine können an spezifische Rezeptoren auf dem zerebralen mikrovaskulären Endothel binden, was zu einem Zusammenbruch der BHS, Neuroinflammation und Enzephalitis führt (17). Akuter und chronischer Schlafverlust geht mit einer erhöhten Konzentration von proinflammatorischen Mediatoren wie Tumornekrosefaktor- α (TFN- α), Interleukin-1(IL-1₂), IL-6, IL-17A, und C-reaktives Protein (CRP) sowie mit einem erhöhten Gehalt an vom Immunsystem stammenden Entzündungsmediatoren wie Cyclooxygenase-2 (COX-2), Stickstoffmonoxid-Synthase (NOS), Endothelin-1 (ET-1), vaskulärer endothelialer Wachstumsfaktor (VEGF) und insulinähnlicher Wachstumsfaktor-1 (IGF-1). Diese

Veränderungen können die Durchlässigkeit der BHS für den niedermolekularen Tracer Natriumfluorescein (10 kDa) erhöhen, und in allen Hirnregionen wurden verringerte mRNA-Werte der Tight-Junction-Proteine Claudin-5, Zonula Occludens-2 und Occludin beobachtet. Dies wiederum führt zu einer Verringerung von Stickstoffmonoxid und einer Verstärkung von Endothelin, Amyloid-Ablagerungen und zerebraler Amyloid-Angiopathie (17). Beim chronischen Müdigkeitssyndrom wurden Funktionsstörungen der mitochondrialen Atmung und metabolische Veränderungen festgestellt. Der früheste Nachweis einer mitochondrialen Dysfunktion bei CFS waren strukturelle Veränderungen in den Mitochondrien der Skelettmuskelzellen (21). Dyspnoe bei PCS tritt aufgrund der veränderten Stoffwechselsituation in den Skelettmuskeln, Gefäßstörungen und endothelialer Dysfunktion auf. Mitochondriale und vaskuläre Dysfunktionen in der Skelettmuskulatur können durch eine dysfunktionale β 2-adrenerge Rezeptor (β 2AdR)-Signalübertragung erklärt werden. Außerdem könnte die Mikrozirkulation bei PCS durch zwei Mechanismen gestört sein: (1) Mikrothromben können die Mikrozirkulation ernsthaft beeinträchtigen. (2) Signifikante Veränderungen der Lymphozytensteifigkeit, der Größe und Verformbarkeit von Monozyten und Neutrophilen sowie eine verminderte Verformbarkeit der Erythrozyten. Eine mitochondriale Dysfunktion kann entweder durch eine mitochondriale Kalziumüberlastung oder einen mitochondrialen Kalziummangel entstehen, was zu funktionellen Schäden, Hypometabolismus und Muskelermüdung führt. (22). Reichstein et al. (23) wiesen nach, dass mögliche Erklärungen für die Verbesserungen bei Patienten mit diabetischer Neuropathie, die HTT erhalten, eine Steigerung der ATP-Produktion, eine Verbesserung der mitochondrialen Funktion und eine Aktivierung des antioxidativen Stresses sind, was diese Studie unterstützt. Eine mögliche Verbesserung der PCS kann durch die Anwendung von HTT erreicht werden, wie z.B. durch die Erhöhung der Gehstrecke im 6-Minuten-Gehtest, die anschließende Verbesserung der funktionellen Kapazität, der Lebensqualität, der Schlafqualität, der Dyspnoe, der Müdigkeit aufgrund der Verbesserung der mitochondrialen Funktion, der Oxygenierung, der Erhöhung der ATP-Produktion, der Erhöhung der Anzahl und Größe der Mitochondrien, Beschleunigung der Diffusionsrate, Förderung des Stoffwechsels, Streuung der Entzündungsmediatoren, Verbesserung der Mikrozirkulation durch Erhöhung der Bioverfügbarkeit von Stickstoffmonoxid, Verbesserung der Zellen und der funktionellen Kapazität, verringerte Produktion von proinflammatorischen Zytokinen (Zytokine, Chemokine, Adipokine und Akutphasenproteine).

SCHLUSSFOLGERUNG

Die Anwendung der Hochtonstromtherapie über zwei Wochen ist sicher, kann die Symptome beseitigen und ist mit geringen Kosten verbunden. Weitere Studien an mehreren Zentren sind erforderlich, um die diesen Verbesserungen zugrunde liegenden physiologischen Wirkungen zu untersuchen.

Finanzierung: Die Autoren erhielten keine finanzielle Unterstützung für die Forschung oder die Autorenschaft.

Interessenkonflikt: Die Autoren erklären, dass es keine Interessenkonflikte gibt.

Post-COVID-Syndrom (PCS), Persistierendes Post-COVID-Syndrom
 COVID-Syndrom (PPCS), Hochtonstromtherapie (HTT) und
 Blut-Hirn-Schranke (BBB).

REFERENZEN

- Minister P, Majestät C von H. UNSER PLAN ZUM WIEDERAUFBAU: Die COVID-19-Erholungsstrategie der britischen Regierung. 2020.
- Almomani EY, Qablan AM, Atrooz FY, Almomany AM, Hajjo RM, Almomani HY. The Influence of Coronavirus Diseases 2019 (COVID-19) Pandemic and the Quarantine Practices on University Students' Beliefs About the Online Learning Experience in Jordan. *Front Public Heal* 2021;8:997. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.595874>.
- Zhou M, Cai J, Sun W, Wu J, Wang Y, Gamber M, et al. Do post-COVID-19 symptoms exist? Eine Längsschnittstudie über COVID-19-Folgesymptome in Wenzhou, China. *Ann Me'dicoPsychologiques* 2021;179:818-821.
- Oronsky B, Larson C, Hammond TC, Oronsky A, Kesari S, Lybeck M, et al. A Review of Persistent Post-COVID Syndrome (PPCS). *Clin Rev Allergy Immunol* 2021.
- Babliuk L, Fediaeva S, Babova I, Mesoedova V, Tamazylyar S. Rehabilitation von Post-COVID-Patienten mit chronischer Müdigkeit und kognitiven Störungen Syndromen. *Balneo PRM Res J* 2022;13:497. <https://doi.org/10.12680/balneo.2022.497>.
- Ciortea VM, Nistor AR, Szabo F, Motoaşcă I, Bendea E, Borda IM, et al. A current challenge of rehabilitation medicine: the management of disabilities induced by acute SARS-CoV-2 infection. *Heal Sport Rehabil Med* 2021;22:53-60. <https://doi.org/10.26659/pm3.2021.22.1.53>.
- Lopez-Leon S, Wegman-Ostrosky T, Perelman C, Sepulveda R, Rebolledo PA, Cuapio A, et al. More than 50 long-term effects of COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep* 2021;11.
- Bornstein SR, Voit-Bak K, Donate T, Rodionov RN, Gainetdinov RR, Tselmin S, et al. Chronic post-COVID-19 syndrome and chronic fatigue syndrome: Is there a role for extracorporeal apheresis? *Mol Psychiatry* 2022;27:34-7. <https://doi.org/10.1038/s41380-021-01148-4>.
- Rathi A, Jadhav SB, Shah N. A Randomized Controlled Trial of the Efficacy of Systemic Enzymes and Probiotics in the Resolution of Post-COVID Fatigue. *Medicines* 2021;8:47. <https://doi.org/10.3390/medicines8090047>.
- Barker-Davies RM, O'Sullivan O, Senaratne KPP, Baker P, Cranley M, Dharm-Datta S, et al. The Stanford Hall consensus statement for post-COVID-19 rehabilitation. *Br J Sports Med* 2020;54:949-59. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102596>.
- Singh SJ, Barradell AC, Greening NJ, Bolton C, Jenkins G, Preston L, et al. British Thoracic Society survey of rehabilitation to support recovery of the post-COVID-19 population. *BMJ Open* 2020;10.
- Requena B, Puche PP, González-Badillo JJ. Perkutane elektrische Stimulation beim Krafttraining: Eine Aktualisierung. *J Strength Cond Res* 2005;19:438-48. <https://doi.org/10.1519/00124278-200505000-00033>.
- Namvar H., Olyaie G., Bagheri H., Naiemi E., Hoseinifar M., Sargolzehi M. Auswirkung von hochfrequenten externen Muskeltonen Stimulation (Hochtontherapie) bei Neuro-Muskel-Skelett-Erkrankungen: Ein narrativer Überblick. *J Mod Rehabil* 2022;16.
- Heidland A, Fazeli G, Klassen A, Sebekova K, Hennemann H, Bahner U, et al. Neuromuskuläre Elektrostimulationstechniken: Historische Aspekte und aktuelle Möglichkeiten in der Behandlung von Schmerzen und Muskelschwund. *Clin Nephrol* 2013;79:12-23. <https://doi.org/10.5414/CNX77S106>.
- Dagmar Schaffler-Schaden, Dr. med. L, Robert Sassmann M, Tim Johansson P, Simon P. Gampenrieder M, Gabriel Rinnerthaler, Dr. med. Kathrin Lampl M, Jürgen Herfert, Dr. med. Christiane Lenzhofer, Dr. med. Yvonne T. Landkammer M, et al. Comparison of high tone therapy and transcutaneous electrical nerve stimulation therapy in chemotherapyinduced polyneuropathy. *Medizin (Baltimore)* 2020;99.
- Moez RABA, Hady AAAA, Attia FAK, Nahas NG El. Externe Muskelstimulation mit hohem Tonus im Vergleich zu aerobem Training auf endotheliale Dysfunktion und Gehparameter bei peripherer Arterienerkrankung. *Int J Thin Film Sci Technol* 2022;11:9-14.
- Semyachkina-Glushkovskaya O, Mamedova A, Vinnik V, Klimova M, Saranceva E, Ageev V, et al. Brain Mechanisms of COVID-19-Sleep Disorders. *Int J Mol Sci* 2021;22.
- Nowakowska I, Szymańska J, Witkoś J, Wodarska M, Kucharzewski M, Dembkowski M. 2009. Der Einfluss der Hochton-Power-Therapie auf die periphere Mikrozirkulation in den unteren Gliedmaßen. *Physiotherapie*, 17:10-8.
- Klassen A. D-P, Iorio B Di, Guastaferrero P, Bahner U, Heidland A, Santo N De. 2008. Externe Hochton-Muskelstimulation bei Nierenerkrankung im Endstadium: Effects on Symptomatic Diabetic and Uremic Peripheral Neuropathy. *J Ren Nutr.*, 18:46-51.
- Rose B, Lankisch M, Herder C, Röhrig K, Kempf K, Labrenz S, et al. 2008. Günstige Auswirkungen der externen Muskelstimulation auf die Blutzuckerkontrolle bei Patienten mit Typ-2-Diabetes. *Exp Clin Endocrinol Diabetes.*, 116:577-81. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1065331>.
- Wood E, Hall KH, Tate W. 2021. Die Rolle der Mitochondrien, des oxidativen Stresses und der Reaktion auf Antioxidantien bei myalgischer Enzephalomyelitis/chronischem Müdigkeitssyndrom: Ein möglicher Ansatz für SARS-CoV-2-"Fernreisende"? *Chronische Krankheit Transl Med* 7:14-26. <https://doi.org/10.1016/j.cdtm.2020.11.002>.
- Wirth KJ, Scheibenbogen C. 2022. Dyspnoe beim Post-COVID-Syndrom nach milden akuten COVID-19-Infektionen: Mögliche Ursachen und Konsequenzen für einen therapeutischen Ansatz. *Medicina (B Aires)* 58.

Reichstein L, Labrenz S, Ziegler D, Martin S. 2005. Effektive Behandlung der symptomatischen diabetischen Polyneuropathie durch hochfrequente externe Muskelstimulation. *Diabetologia*; 48:824–8. <https://doi.org/10.1007/s00125-005-1728-0>.