

Zwischenbericht Modul 2

Langzeitige Bestrahlung

Einleitung

Das Erreichen eines optimalen Wettkampfstandes ist für Leistungssportler unerlässlich, um in einem Wettkampf sportliche Höchstleistungen zu vollbringen (Lazarus, 2000). Verschiedene Strategien werden mittlerweile genutzt, um einen optimalen Wettkampfstand zu erreichen. Hierzu zählen unter anderem Musik (Middleton, Ruiz, & Robazza, 2017) und Schlafpausen (Hsouna, Boukhris, Abdessalem, Trabelsi, Ammar, Shephard, & Chtourou, 2019), sowie das Erwärmen der Muskulatur (Racinais & Oksa, 2010) oder der quantitativ, qualitativ und zeitlich angemessene Konsum von Lebensmitteln, Flüssigkeiten und Nahrungsergänzungsmitteln (Thomas, Erdman, & Burke, 2016). Eine im Sportkontext wenig untersuchte Strategie ist die Lichttherapie; dieser Ansatz basiert auf dem Nutzen des sichtbaren Spektrums (Farben) elektromagnetischer Strahlung (Azeemi & Raza, 2005). Zum Beispiel konnte gezeigt werden, dass eine Lichttherapie mit rotem und grünem Licht die kognitiven Fähigkeiten verbessert (Paragas, Therese, Reyes, & Reyes, 2019). Hierbei wird jedoch der Mini-mental-Status-Test (Folstein, Folstein, & McHugh, 1975) verwendet, welcher hauptsächlich als klinisches Screening-Verfahren zur Feststellung kognitiver Defizite genutzt wird und für die Messung von kognitiver Leistungsfähigkeit eher kritisch betrachtet werden kann. Ein besserer Ansatz ist der von Moghadam, Nazari, Jahan, Mahmoudi und Maryam (2017), welche einen leistungssteigernden Effekt einer transkraniellen Lichttherapie auf die Daueraufmerksamkeit über eine Go/No-Go Aufgabe nachweisen konnten. Mit Blick auf die sportliche Leistungsfähigkeit konnte gezeigt werden, dass eine lokale Lichttherapie nicht nur Muskelschäden, Schmerzen und Atrophie (Ferraresi et al., 2016), sowie Ermüdung (Pinto et al., 2016) reduzieren kann, sondern auch zur Verbesserung von Muskelmasse und Erholung (Ferraresi et al., 2016), sowie von Sprintleistungen (Pinto et al., 2016) führt. Im Gegensatz dazu konnten Denis, O'Brian und Delahunt (2012) jedoch keinen Einfluss einer lokalen Lichttherapie auf die maximale Muskelkraft, Muskelerholung sowie Ermüdung und somit die sportliche Leistungsfähigkeit feststellen. Ähnliche Differenzen sind für die Effekte von Ganzkörper-Lichttherapien zu finden: Während eine Ganzkörper-Lichttherapie die Ausdauerleistung und Schlafqualität fördert (Zhao, Tian, Nie, Jincheng, Xu, & Liu, 2012) hat die Therapie keinen Einfluss auf biochemische Marker von sportlicher Leistungsfähigkeit wie, Creatinkinase oder Interleukin-6 (Ghigiarelli et al., 2020). Aufgrund der unterschiedlichen Ergebnisse und der geringen Anzahl von Studien mit einer Ganzkörper-Lichttherapie untersuchen wir explorativ den Effekt einer kurzzeitigen Ganzkörper-Lichttherapie auf die kognitive und sportliche Leistungsfähigkeit von Fußballern.

Durchführung

38 Fußballer wurden für die Studie 2 rekrutiert und wurden entweder der Interventionsgruppe (19 Probanden) oder der Kontrollgruppe (19 Probanden) zugeordnet. Zwei Probanden konnten nicht an allen Testungen teilnehmen und wurden von der Analyse ausgeschlossen (18 Probanden in der Interventionsgruppe & 18 Probanden in der Kontrollgruppe).

Die Studie wurde an zwei Tagen in einem prä-post Design durchgeführt. Daten wurden hierbei an Tag 1 als Baseline-messung, sowie am letzten Interventionstag (die Intervention dauerte 10 Werkstage), bzw. für die Kontrollgruppe nach 10 Werktagen erhoben. Die kognitive Leistungsfähigkeit wurde durch einen Daueraufmerksamkeitstest (Go/No Aufgabe; Moghadam et al., 2017) ermittelt. Darüber hinaus wurden verschiedene Fragebögen genutzt um verschiedene leistungsdeterminierende Parameter, wie die subjektive Schlafqualität und -quantität, sowie die wahrgenommene Stimmung, Erholung und Stress zu erheben:

- die Adjektivliste zur Erfassung der wahrgenommenen körperlichen Verfassung (WKV; Kleinert, 2006)

- die deutsche Version des Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI; Hinz et al., 2017)
- die Kurzskala zur Erfassung von Erholung und Beanspruchung im Sport (KEB; Hitzschke et al., 2016)
- die aktuelle Stimmungsskala (ASTS; Dalbert, 2002)

Die Lichttherapie der Interventionsgruppe basierte auf der Farbe Rot (30 Minuten and 10 aufeinanderfolgenden Werktagen, 100% Rot 630nm mit ca.30.000Lux). Die Kontrollgruppe erhielt keine Lichttherapie.

Ergebnisse

Die 36 männlichen Probanden ($M = 21,5$ Jahre; $SD = 3,2$ Jahre) verfügten durchschnittlich über 14,1 Jahre Fußballerfahrung ($SD = 3,7$ Jahre).

Eine 2x2 ANOVA mit Messwiederholung konnte zeigen, dass sich die Reaktionszeit von korrekten Reaktionen [$F(1,34) = 7.36$, $p = .743$] im Rahmen des Daueraufmerksamkeitstests nach der Intervention nicht signifikant verlangsamt und somit verschlechtert hat. Auch wenn der Interaktionseffekt zwischen den Gruppen und den Messzeitpunkten nicht signifikant ist [$F(1,34) = 0.11$, $p = .955$], so ist ähnlich zu den Ergebnissen aus Studie 1B, eine positive Tendenz zu erkennen; die Interventionsgruppe verschlechtert sich bei der Reaktionszeit von korrekten Reaktionen bei der Daueraufmerksamkeitsaufgabe nur um +0,297%, während sich die Kontrollgruppe um +0,415% verschlechtert (Abbildung 1). Zusätzliche Einflussgrößen, wie das Alter der Probanden, die Motivation zur Teilnahme, die Erwartungshaltung gegenüber der Lichttherapie, sowie die Spielerfahrung der Probanden, hatten keinen signifikanten Einfluss auf Zeit und Interaktionseffekte.

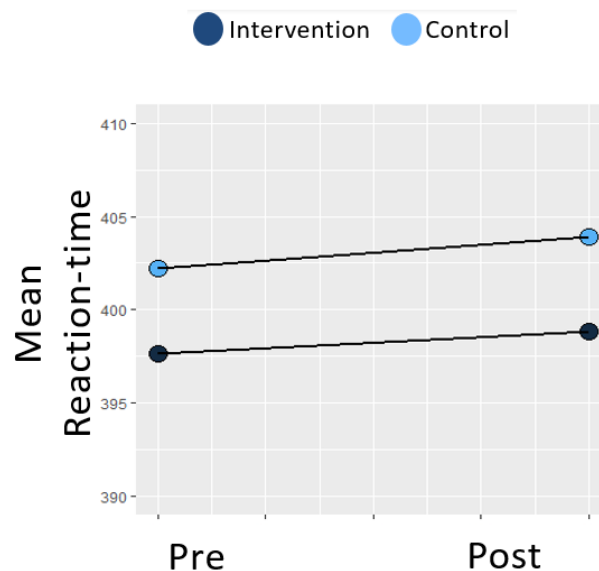


Abbildung 1. Veränderung der Reaktionszeit von korrekten Reaktionen, zwischen Pre- und Posttest, während des Daueraufmerksamkeitstests.

Einzelne 2x2 ANOVAs mit Messwiederholung konnten für die Dimensionen *Körperliche Leistungsfähigkeit* [$F(1,34) = 23.32$, $p = .001$], *Mentale Leistungsfähigkeit* [$F(1,34) = 17.68$, $p = .001$], *Emotionale Ausgeglichenheit* [$F(1,34) = 20.75$, $p = .001$] und den *Allgemeinen Erholungszustand* [$F(1,34) = 11.34$, $p = .001$] der Kurzskala Erholung (KEB; Hitzschke et al., 2016) signifikante Zeiteffekte zeigen (Abbildung 2a-2d).

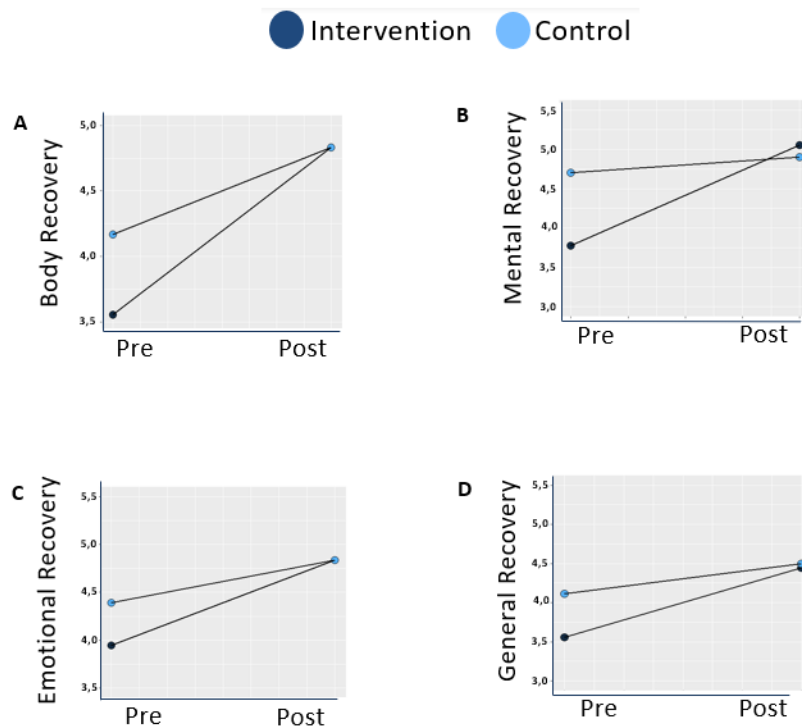


Abbildung 2. Veränderung der Dimensionen Körperliche Leistungsfähigkeit, Mentale Leistungsfähigkeit, Emotionale Ausgeglichenheit und den Allgemeinen Erholungszustand, zwischen Pre- und Posttest, der Kurzskala Erholung.

Zudem konnte ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen den Gruppen und den Messzeitpunkten für die *Mentale Leistungsfähigkeit* nachgewiesen werden [$F(1,34) = 12.47, p = .001$]. Hier zeigt sich, dass sich die wahrgenommene *Mentale Leistungsfähigkeit* der Teilnehmer, welche eine zweiwöchige Lichttherapie erhielten, stärker verbesserte als die von Teilnehmern ohne Lichttherapie. Für die anderen Dimensionen wurden keine Interaktionseffekte gefunden, obwohl auch hier positive Tendenzen zu erkennen sind in welchen sich die Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe stets stärker verbessert.

Weitere 2x2 ANOVAs mit Messwiederholung konnten für die Dimension *Allgemeiner Beanspruchungszustand* [$F(1,34) = 6.93, p = .013$], jedoch nicht für die Dimensionen *Muskulärer Beanspruchungszustand* [$F(1,34) = 1.12, p = .298$], *Aktivierungsmangel* [$F(1,34) = 0.99, p = .328$], und die *Emotionale Unausgeglichenheit* [$F(1,34) = 3.61, p = .066$] der Kurzskala Beanspruchung (KEB; Hitzschke et al., 2016) einen signifikanten Zeiteffekt zeigen.

Zusätzliche Einflussgrößen, wie das Alter der Probanden, die Motivation zur Teilnahme, die Erwartungshaltung gegenüber der Lichttherapie, sowie die Spielerfahrung der Probanden, hatten keinen signifikanten Einfluss auf Zeit und Interaktionseffekte. Dies gilt sowohl für die Kurzskala Beanspruchung als auch für die Kurzskala Erholung (KEB; Hitzschke et al., 2016).

Ein ähnliches Bild zeigen die Ergebnisse der aktuellen Stimmungsskala (ASTS; Dalbert, 2002). 2x2 ANOVAs mit Messwiederholung konnten signifikante Zeiteffekte für die Dimensionen *Trauer* [$F(1,34) = 15.42, p = .001$], *Müdigkeit* [$F(1,34) = 15.14, p = .001$], *Zorn* [$F(1,34) = 6.45, p = .016$] und die *aktuelle negative Stimmung* [$F(1,34) = 31.84, p = .001$] zeigen (Abbildung 3a-d). Signifikante Interaktionseffekte wurden auch hier nicht

gefunden. Jedoch zeigt sich erneut, dass sich tendenziell die Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe stets stärker verbessert.

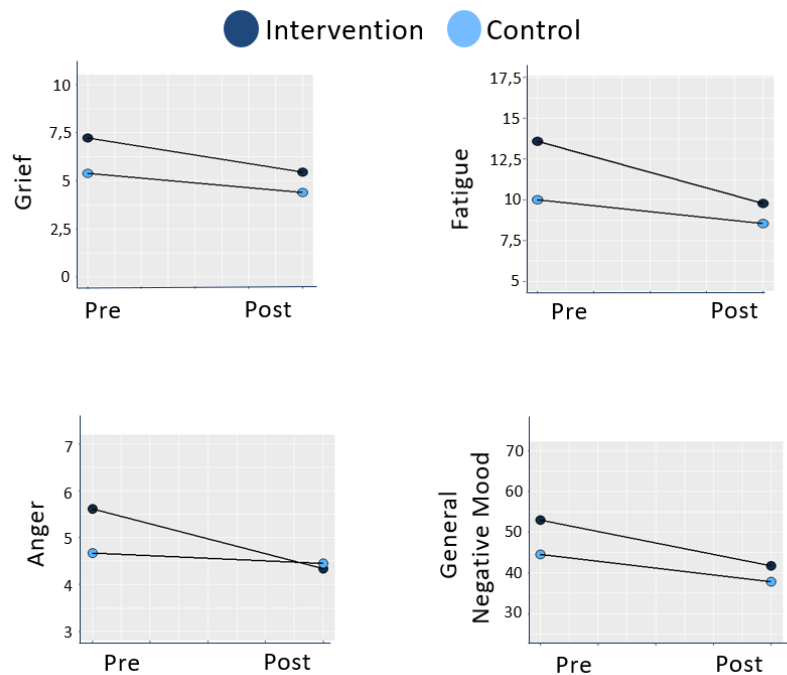


Abbildung 3. Veränderung der Dimensionen Trauer, Müdigkeit, Zorn und die aktuelle negative Stimmung, zwischen Pre- und Posttest, der aktuelle Stimmungsskala.

Weitere signifikante Zeiteffekte konnten zudem für die Dimensionen *Aktiviertheit* [$F(1,34) = 20.59, p = .001$] und *Trainiertheit* [$F(1,34) = 18.30, p = .001$] der Adjektivliste zur Erfassung der wahrgenommenen körperlichen Verfassung (Kleinert, 2006), sowie für die *Schlafqualität* [$F(1,34) = 10.366, p = .003$] und *Einschlaf-latenz* [$F(1,34) = 7.02, p = .012$] im PSQI (Hinz et al., 2017) gezeigt werden. Zusätzliche signifikante Interaktionseffekte wurden jedoch nicht gefunden.

Fazit

Die Ergebnisse zeigen einen positiven Effekt einer mehrtägigen Ganzkörper-Lichttherapie auf die *Mentale Leistungsfähigkeit* (KEB; Hitzschke et al., 2016). Dieser Effekt könnte auf das Wirken der Lichttherapie zurückgeführt werden. Es sollten jedoch auch weitere mögliche Ursachen dieses Effekts in Betracht gezogen werden: So können sich Probanden in der Lichtkabine beispielsweise nicht ablenken (Smartphone etc.) und sich so besser entspannen. Darüber hinaus weisen die Ergebnisse auf weitere potenzielle positive Effekte einer mehrtägigen Ganzkörper-Lichttherapie hin. Die geringe Probandenzahl und die damit verbundene geringe Power könnte ein Grund sein, warum vermehrt positive Tendenzen gefunden wurden, diese jedoch nicht als signifikant beurteilt werden konnten. Solch positive Tendenzen beruhen voraussichtlich auf eher kleineren Effekten, welche nicht angemessen erkannt werden. Eine größere Stichprobe würde vermutlich in zukünftigen Studien solch positive Tendenzen basierend potenziell kleineren Effekten besser erkennen. Darüber hinaus könnte ein eher kleiner Effekt einer Lichttherapie auf die kognitive Leistungsfähigkeit und weitere Leistungsdeterminierende Faktoren die unterschiedlichen Ergebnisse in vorherigen Studien erklären, da die Studien mit unterschiedlichen Stichproben gearbeitet haben. Wie schon in Studie 1A und 1B wurde auch in dieser Studie eine Lichttherapie aus dem rötlichen Farbspektrum genutzt (630nm). Im Gegensatz zu diesen eher rötlichen Farbtönen werden im Bereich der Therapie von Depressionen (Chang et

al., 2018; Glickman et al., 2006) und der Schlafforschung (Geerdink et al., 2016) besonders auf die positiven Effekte von blauem Licht hingewiesen. Hierbei hat sich gezeigt, dass Licht im blauen Spektrum (446-477 nm), im Vergleich zu anderen Wellenlängen, eine bessere antidepressive Wirkung hat, stärker Melatonin unterdrückt, und effektiver zirkadian Phasen verschiebt (Brainard et al., 1990; Glickman et al., 2006). Zukünftige Interventionsstudien mit blauem Licht würden sich daher anbieten, um die generelle Wirkung der hier verwendeten Lichtkabine besser überprüfen zu können.

Referenzen

- Azeemi, S. T. Y., & Raza, M. (2005). A critical analysis of chromotherapy and its scientific evolution. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 2.
- Cooper, K. H. (1968). Correlation between field and treadmill testing as a means for assessing maximal oxygen intake. *Jama*, 203(3), 201-4.
- Brainard, G. C., Sherry, D., Skwerer, R. G., Waxler, M., Kelly, K., & Rosenthal, N. E. (1990). Effects of different wavelengths in seasonal affective disorder. *Journal of affective disorders*, 20(4), 209-216.
- Chang, C. H., Liu, C. Y., Chen, S. J., & Tsai, H. C. (2018). Efficacy of light therapy on nonseasonal depression among elderly adults: a systematic review and meta-analysis. *Neuropsychiatric disease and treatment*, 14, 3091.
- Dalbert, C. (2002). *AST. Aktuelle Stimmungsskala* [Verfahrensdokumentation aus PSYNDEX Tests-Nr. 9003796, Autorenbeschreibung und Fragebogen]. In Leibniz-Zentrum für Psychologische Information und Dokumentation (ZPID) (Hrsg.), Elektronisches Testarchiv. Trier: ZPID.
- Denis, R., O'Brien, C., & Delahunt, E. (2013). The effects of light emitting diode therapy following high intensity exercise. *Physical Therapy in Sport*, 14(2), 110-115.
- Ferraresi, C., Bertucci, D., Schiavinato, J., Reiff, R., Araújo, A., Panepucci, R., ... & Parizotto, N. (2016). Effects of light-emitting diode therapy on muscle hypertrophy, gene expression, performance, damage, and delayed-onset muscle soreness: case-control study with a pair of identical twins. *American journal of physical medicine & rehabilitation/Association of Academic Physiatrists*, 95(10), 746.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of psychiatric research*, 12(3), 189-198.
- Geerdink, M., Walbeek, T. J., Beersma, D. G., Hommes, V., & Gordijn, M. C. (2016). Short blue light pulses (30 min) in the morning support a sleep-advancing protocol in a home setting. *Journal of biological rhythms*, 31(5), 483-497.
- Ghigiarelli, J. J., Fulop, A. M., Burke, A. A., Ferrara, A. J., Sell, K. M., Gonzalez, A. M., ... & Marshall, D. G. (2020). The effects of whole-body photobiomodulation light-bed therapy on creatine kinase and salivary interleukin-6 in a sample of trained males: a randomized, crossover study. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2.
- Glickman, G., Byrne, B., Pineda, C., Hauck, W. W., & Brainard, G. C. (2006). Light therapy for seasonal affective disorder with blue narrow-band light-emitting diodes (LEDs). *Biological psychiatry*, 59(6), 502-507.

Hinz, A., Glaesmer, H., Brähler, E., Löffler, M., Engel, C., Enzenbach, C., ... & Sander, C. (2017). Sleep quality in the general population: psychometric properties of the Pittsburgh Sleep Quality Index, derived from a German community sample of 9284 people. *Sleep medicine*, 30, 57-63.

Hitzschke, B., Kölling, S., Ferrauti, A., Meyer, T., Pfeiffer, M., & Kellmann, M. (2016). Entwicklung der Kurzsкала zur Erfassung von Erholung und Beanspruchung im Sport (KEB). *Zeitschrift für Sportpsychologie*.

Hsouna, H., Boukhris, O., Abdessalem, R., Trabelsi, K., Ammar, A., Shephard, R. J., & Chtourou, H. (2019). Effect of different nap opportunity durations on short-term maximal performance, attention, feelings, muscle soreness, fatigue, stress and sleep. *Physiology & behavior*, 211, 112673.

Lazarus, R. S. (2000). How emotions influence performance in competitive sports. *The Sport Psychologist*, 14(3), 229-252.

Middleton, T. R., Ruiz, M. C., & Robazza, C. (2017). Regulating preperformance psychobiosocial states with music. *The Sport Psychologist*, 31(3), 227-236.

Moghadam, H. S., Nazari, M. A., Jahan, A., Mahmoudi, J., & Salimi, M. M. (2017). Beneficial effects of transcranial light emitting diode (LED) therapy on attentional performance: an experimental design. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 19(5).

Paragas Jr, E. D., Ng, A. T. Y., Reyes, D. V. L., & Reyes, G. A. B. (2019). Effects of Chromotherapy on the cognitive ability of older adults: a quasi-experimental study. *Explore*, 15(3), 191-197.

Pinto, H. D., Vanin, A. A., Miranda, E. F., Tomazoni, S. S., Johnson, D. S., Albuquerque-Pontes, G. M., ... & Junior, E. C. P. L. (2016). Photobiomodulation therapy improves performance and accelerates recovery of high-level rugby players in field test: a randomized, crossover, double-blind, placebo-controlled clinical study. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(12), 3329-3338.

Racinais, S., & Oksa, J. (2010). Temperature and neuromuscular function. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20, 1-18.

Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc*, 48(3), 543-568.

Zhao, J., Tian, Y., Nie, J., Xu, J., & Liu, D. (2012). Red light and the sleep quality and endurance performance of Chinese female basketball players. *Journal of athletic training*, 47(6), 673-678.