

Balancepad – wissen wir wie's wirkt?

Propriozeptives Training Trainiert man auf dem Balancepad wirklich die Propriozeption der Füße? Nein, sagen viele Forscher. Denn beim Stehen auf dem Pad verschiebt sich die sensorische Gewichtung. Der vestibuläre und der visuelle Input werden für das ZNS relevanter als die Propriozeption (Somatosensorik). Es gilt daher das Ziel eines Trainings auf labilen Unterlagen genau zu definieren.

➔ Training auf einer labilen Unterstützungsfläche (USFL), wie einem Balancepad aus Schaumstoff, gehört zum Standardrepertoire von Physiotherapeuten. Sie versuchen beispielsweise bei Patienten nach Sprunggelenkverletzungen oder Kreuzbandriss, die Propriozeption (👁️ GLOSSAR) zu trainieren und zu verbessern [2, 7]. Und auch in der Neuroreha kommt der Ansatz zur Verbesserung der Propriozeption zum Einsatz [1]. Die Sicht, dass die labile USFL explizit die Propriozeption herausfordert und damit trainiert, muss man allerdings aufgrund von Studien der letzten 15 Jahre überdenken.

Die sensorische Gewichtung verschiebt sich → Um das Gleichgewicht im Stehen zu steuern, benötigt und verarbeitet das ZNS Informationen der Somatosensorik (Oberflächen- und Tiefensensibilität v. a. im Bereich der Füße), des Visus und der Vestibularorgane. Da diese Infos im Übermaß vorliegen, spricht man von einer sensorischen Redundanz. Das ZNS als „Gleichgewichtssystem“ hat die Qual der Wahl, um aus der Menge des sensorischen Inputs diejenigen Infos auszuwählen, die in der aktuellen Situation am besten für die Bewegungskontrolle geeignet sind. Dafür verfügt das System über die Fähigkeit der sogenannten sensorischen Gewichtung [8, 11, 12, 15]. Das heißt, je nach Situation entscheidet das ZNS, aus welchem Input es seine sensorischen Informationen bezieht [9].

Darauf aufbauend hat die amerikanische Neurologieprofessorin Fay B. Horak die sensorische Gewichtung bei der Gleichgewichtskontrolle im Stand konkretisiert [4, 5]. Sie verglich das Stehen auf einer ebenen, stabilen USFL mit dem Stehen auf dem Balancepad. Beim stabilen Stehen gewichtet das ZNS die Informationen etwa wie folgt: 70% Somatosensorik, 20% Vestibularorgane und 10% Visus [4, 5]. Beim Stehen auf einer labilen USFL verschiebt sich hingegen die sensorische Gewichtung [5]. Hier sind der vestibuläre und der visuelle Input relevanter, und das ZNS berücksichtigt diese Infos

entsprechend stärker [5, 8]. Das Verhältnis ist jetzt: 10% Somatosensorik, 60% Vestibularorgane und 30% Visus.

Auf dem Balancepad mangelt es an somatosensorischen Reizen im Bereich der Füße → Dieser Denkweise folgend, bezeichnet der Neurowissenschaftler Andreas Sprenger von der Uni Lübeck das Training auf einem Balancepad als „propriozeptive Deprivation“ [18].

Mit Deprivation meint er in diesem Kontext einen Mangel an sensorischen (propriozeptiven) Reizen. Steht man auf einem Balancepad, reichen die somatosensorischen Informationen aus den Füßen nicht mehr aus, da die Infos nicht mehr eindeutig sind. Das Pad „absorbiert“ die Bodenreaktionskräfte [10] und provoziert dadurch eine sensorische Umgewichtung [14, 15]. Das ZNS wird gezwungen, andere Informationen höher zu gewichten, um die Bewegungen steuern zu können.

”

Labile Unterlagen bieten nicht die relevanten Reize, um die Propriozeption im Bereich der Füße zu trainieren.

Der CTSIB zeigt, welche Gleichgewichtssysteme betroffen sind → Dem Ansatz der sensorischen Gewichtung entsprechend, entwickelten Anne Shumway-Cook und Fay B. Horak ein Assessment, den „Clinical Test for Sensory Interaction in Balance“ (CTSIB, 👁️ PHYSIOPRAXIS 3/15, S. 35), der auch als „Sensory Organisation Balance Test“ (SOT) bekannt ist [13, 16, 17].

Der Test untersucht die Standbalance über 30 Sekunden unter sechs verschiedenen sensorischen Bedingungen: stehend auf dem Boden bzw. auf einem 8 cm dicken, weichen Balancepad jeweils mit offenen und mit geschlossenen Augen sowie mit einem Lampenschirm auf dem Kopf. Dieser hat auf der Innenseite horizontale und vertikale Linien und in der Mitte ein Kreuz. Das fixiert der Patient während des Tests, damit er geradeaus schaut und die Augen geöffnet hält. Der Therapeut bewertet das Stehen in jeder Position anhand einer Skala


 A black and tan dog is sitting on a pink, textured balance pad. The dog is looking towards the left of the frame. The background is white.

➔ Glossar

Propriozeption

Die Tiefensensibilität oder Propriozeption liefert Infos über Position und Bewegungen des Körpers. Man unterscheidet drei Sinnesqualitäten:

Stellungssinn: liefert Informationen über die Stellung der Gelenke

Bewegungssinn: registriert die Geschwindigkeit und Richtung einer Stellungsänderung

Kraftsinn: liefert Informationen über die eingesetzte Kraft, um so die Kraftentfaltung der Muskulatur den Erfordernissen anzupassen

Die Rezeptoren der Propriozeption sind v. a. Muskelspindeln, Golgi-Sehnenorgane und Gelenksensoren. Die bewusste Apperzeption (z. B. die Wahrnehmung, dass man auf einem Stuhl sitzt) wird über die Hinterstrangbahnen nach Umschaltung in deren Kernen an den Thalamus und von dort an den sensorischen Kortex weitergeleitet. Die unbewusste Perzeption (z. B., dass man ohne nachzudenken Treppen steigen kann) wird über die Kleinhirnrindenseitstrangbahnen (Tractus spinocerebellares) an das Kleinhirn gemeldet. *Quelle: www.viamedici.thieme.de*

Sinnvoll ist das Training auf dem Balancepad beispielsweise, um die sensorische Gewichtung zu verbessern, zum Beispiel bei Patienten mit Schwindel, welcher von den Gleichgewichtsorganen herührt. Eine weitere Indikation könnte sein, die Kontraktions- bzw. Reaktionsgeschwindigkeit der Fußmuskulatur im Rahmen der sogenannten Sprunggelenksstrategie zu verbessern [6, 14]. Ob man dabei die Reaktionsgeschwindigkeit von den Somatosensoren oder anderen Rezeptoren triggert, ist unerheblich. Im Vordergrund steht, dass diese Aufgabe eine erhöhte Kontraktionsgeschwindigkeit der distalen Beinmuskeln erfordert (verglichen mit dem Stehen auf einer stabilen USFL).

Nur 10%
der Infos, die das ZNS
berücksichtigt, sind auf
dem Balancepad
somatosensorisch.

von 1 bis 4. Die Entwicklerinnen interpretieren die Tests auf dem Pad so, dass der Proband (bzw. sein ZNS) dabei nicht mehr auf die somatosensorischen Infos aus seinen Füßen zurückgreifen kann, da diese nun nicht mehr verlässlich sind. Es kommt, wie oben erläutert, durch die weiche Matte zu einer sensorischen Umgewichtung, bei der das ZNS die anderen Infos höher bewerten muss. Je nach Reaktion der Testperson kann man daher auf Störungen in bestimmten sensorischen Systemen schließen und diese dann gezielt weiter untersuchen – die Somatosensorik der Füße z. B. mit dem Stimmgabeltest (☞ [PHYSIOPRAXIS 6/12, S. 42](#)).

Das Balancepad ist durchaus sinnvoll → Der kanadische Forscher Daehan Kim forderte in einer Veröffentlichung 2011 etwas provokant, „den Mythos des propriozeptiven Trainings zu überwinden“ [7]. Er wirbt dafür, das Training auf einer labilen USFL kritisch zu reflektieren. Therapeuten müsse klar sein, was sie mit diesem Training erreichen können und was nicht [7].

Propriozeption zuerst auf stabiler Fläche trainieren →

Um jedoch die Propriozeption explizit zu trainieren, muss das ZNS durch die Art der Aufgabe gezwungen werden, vermehrt auf die Somatosensorik der Füße zurückzugreifen (sensorische Umgewichtung). Das geschieht z. B., wenn man den Visus beeinträchtigt. In der extremsten Form ist das beim Training mit geschlossenen Augen der Fall. Gleichgewichtsübungen mit Blickfolgebewegungen oder Kopfdrehungen können Physiotherapeuten ebenfalls anbieten.

Als Fazit lässt sich zusammenfassen, dass Therapeuten das Training auf einer labilen USFL nicht unbedingt als „propriozeptives“ Training ansehen sollten, sondern beispielsweise als „Training der sensorischen Gewichtung“ oder „Training der Reaktionsgeschwindigkeit/Geschicklichkeit der distalen Muskeln“. *Martin Huber*

☞ [Literatur und kostenloser Download des CTSIB-Artikels und des CTSIB-Testformulars](#)

www.thieme-connect.de/products/physiopraxis > „Ausgabe 5/18“

Literatur zum Artikel „xxxx“ von Martin Huber (physiopraxis 5/2018)

1. Aman JE, Elangovan N, Yeh I-L, Konczak J. The effectiveness of proprioceptive training for improving motor function: a systematic review. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2014; 8: 1075. doi:10.3389/fnhum.2014.01075
2. Ashton-Miller JA, Wojtys EM, Huston LJ, et al. Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc* 2001; 9:128–136. doi:10.1007/s001670100214
3. Bonan IV, Yelnik AP, Colle FM et al. Reliance on visual information after stroke. Part II: Effectiveness of a balance rehabilitation program with visual cue deprivation after stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 274–8. doi:10.1016/j.apmr.2003.06.017
4. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls. *Age Ageing* 2006. 35 Suppl 2: ii7-ii11
5. Horak FB. Postural Control. In: Binder MD, Hirokawa N, Windhorst U. (eds) *Encyclopedia of Neuroscience*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2009
6. Huber M. Posturale Kontrolle – Grundlagen. *neuroreha* 2016; 8: 158–162. doi:10.1055/s-0042-118059
7. Kim D, Van Ryssegem G, Junggi H. Overcoming the Myth of Proprioceptive Training. *Clinical Kinesiology* 2011; 65: 18-28
8. Macpherson JM, Horak F. Posture. In: Kandel E et al (eds). *Principles of Neural Science*. 5th edition. New York: McGraw-Hill; 2013.
9. Mahboobin A. Sensory Adaptation in Human Balance Control: Lessons for Biomimetic Robotic Biped. *Robotics Institute Paper* 72; 2008
10. Patel M, Fransson PA, Lush D et al. The effect of foam surface properties on postural stability assessment while standing. *Gait & Posture* 2008. 28: 649-56. doi:10.1016/j.gaitpost.2008.04.018
11. Røijezon U, Clark NC, Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. *Man Ther* 2015; 20: 368-77. doi:10.1016/j.math.2015.01.008
12. Saradjian AH. Sensory modulation of movement, posture and locomotion. *Clinical Neurophysiology* 2015; 45: 255–267. doi:10.1016/j.neucli.2015.09.004
13. Schädler S. *Assessments in der Rehabilitation: Band 1: Neurologie*. 2. Aufl. Bern: Verlag Hans Huber; 2009
14. Rosengren KS, Rajendran K, Contakos J et al. Changing control strategies during standard assessment; using computerized dynamic posturography

with older women. *Gait & Posture* 2007; 25: 215–21.

doi:10.1016/j.gaitpost.2006.03.009

15. Schut IM, Engelhart D, Pasma JH et al. Compliant support surfaces affect sensory reweighting during balance control. *Gait & Posture* 2017; 53: 241–247. doi:10.1016/j.gaitpost.2017.02.004
16. Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction on balance – suggestion from the field. *Phys Ther* 1986; 66: 1548–1550. doi:10.1093/ptj/66.10.1548
17. Shumway-Cook A, Woolacott M. *Motor Control*. 5th edition. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins; 2016
18. Sprenger A, Wojak JF, Jandl NM et al. Postural Control in Bilateral Vestibular Failure: Its Relation to Visual, Proprioceptive, Vestibular, and Cognitive Input. *Front Neurol* 2017; 8: 444. doi:10.3389/fneur.2017.00444