UNIVERSITÄTS
KLINIKUM
HEIDELBERG

Sturzprävention für Patienten mit einem Multiplen Myelom

Arbeitspaket: Perturbationstraining und Messung der körperlichen Aktivität

Prof. Dr. med. Clemens Becker & Dr. phil. Christian Werner
Geriatrisches Zentrum am Universitätsklinikum Heidelberg
Agaplesion Bethanien Krankenhaus Heidelberg
Rohrbacher Str. 149
69126 Heidelberg
Tel.: 06221-319 1759
E-Mail: clemens.becker@rbk.de & christian.werner@agaplesion.de

Einleitung

Die nachlassende Fähigkeit nach unerwartet auftretenden Störungen (sog. Perturbationen), wie z.B. Stolpern oder Ausrutschen, das Gleichgewicht wiederzuerlangen (= reaktives Gleichgewicht) gilt als wichtigste Komponente der multifaktoriellen Ätiologie von Stürzen [1-3]. Systematische Übersichtsarbeiten zeigen, dass etablierte Trainingsprogramme zur Sturzprävention das Sturzrisiko um etwa 20 bis 25% reduzieren können [4,5]. Diese Programme beinhalten konventionelle Gleichgewichtsübungen, die jedoch nicht spezifisch für die tatsächliche Sturzsituation im Alltag sind, in der Störungen mit geeigneten Ausgleichsbewegungen kompensiert werden müssen, um einen Sturz zu vermeiden. Ein Hauptgrund für diese fehlende Spezifität bisheriger Trainingsprogramme ist die Tatsache, dass reaktives Gleichgewichtstraining an den Grenzen der Gleichgewichtskontrolle stattfinden muss und es bei einem solchen Training zu Stürzen und Verletzungen kommen kann. Daher wird das Gleichgewicht oft nicht an den Belastungsgrenzen durchgeführt, sondern in einem Bereich, der von den Trainierenden subjektiv noch als sicher wahrgenommen wird. In den letzten Jahren wurde das Problem der fehlenden Spezifität bisheriger Trainingsprogramme erkannt und neue Trainingsansätze entwickelt. Ein in diesem Kontext wichtiger Ansatz ist das perturbationsbasierte Gleichgewichtstraining (PGT). Die Trainierenden erfahren dabei extern angewendete mechanische Perturbationen unter sicheren und kontrollierten Bedingungen, in dem sie durch ein Deckengurtsystem

abgesichert sind. Auf diese Weise kann die eigentliche Sturzsituation (z.B. Stolpern, Ausrutschen) spezifisch trainiert werden, ohne dass es bei einem Verlust des Gleichgewichts zu einem Bodenkontakt kommt. Ein solches PGT als „sturznahes“ und spezifisches Training des reaktiven Gleichgewichts wird als deutlich effektiver für die Sturzreduktion eingeschätzt als herkömmliche Gleichgewichts, Kraft- und funktionelle Übungen und sollten daher in neuen Programmen zur Sturzprävention als Trainingskomponente mitaufgenommen werden [6]. So wurde z.B. von Pai et al. [7] berichtet, dass ein 1-maliges PGT bei älteren Menschen die Sturzinzidenz im darauffolgenden Jahr um bis zu 50% reduzieren kann. Dies entspricht in etwa einer Verdoppelung der Wirkung etablierter Sturzpräventionsprogramme bei einer zugleich deutlich reduzierten Trainingsdauer [4,5]. Das Geriatrische Zentrum am Universitätsklinikum Heidelberg ist im Besitz eines innovativen Perturbationslaufbands zum Training der reaktiven Gleichgewichtskontrolle. Das Training wurde bereits erfolgreich in einer ersten Studie mit sturzgefährdeten älteren Personen eingesetzt [8] und zeigt eine hohe Akzeptanz bei den Trainierenden sowie eine deutliche Verbesserung der reaktiven Gleichgewichtsfähigkeit nach nur wenigen Trainingseinheiten [9,10]. Bei Patienten mit einem Multiplen Myelom wurde das PGT im Rahmen der Sturzprävention weltweit bisher noch nicht wissenschaftlich untersucht. Es sollen daher erstmals Erfahrungswerte zur Machbarkeit dieses innovativen Trainings in dieser Patientengruppe gesammelt werden.

Bei Myelompatienten kann im Erkrankungsverlauf eine depressive Verstimmung, ein chronisches Erschöpfungssyndrom (Fatigue) und/oder eine erhöhte Sturzangst auftreten, die mit einem verminderten körperlichen Aktivitätsverhalten einhergehen können [11,12]. So wird beispielweise davon berichtet, dass lediglich 20-25% der Patienten die Richtlinien zur körperlichen Aktivität von mindestens 150 Minuten pro Woche mit moderater oder höherer Intensität erfüllen [13,14]. Bisherige Studien untersuchten die körperliche Aktivität von Myelompatienten meist anhand von Fragenbögen, deren Messqualität jedoch oft durch Erinnerungsverzerrungen und sozialer Erwünschtheit eingeschränkt sind. Objektivere Untersuchungen anhand von am Körper getragener Sensoren liegen unseres Wissens bisher noch nicht vor. Das Geriatrische Zentrum am Universitätsklinikum Heidelberg hat über Prof. Dr. Clemens Beckers als Leiter der klinischen Validierung innerhalb des Mobilise-D-Projekts (https://mobilise-d.eu) Zugriff auf die weltweit neuste Sensortechnologie und Auswertestrategie zur Bestimmung des Aktivitätsverhaltens. Diese ermöglichen umfassende und valide Informationen zur körperlichen Aktivität der Patienten (z.B. Schrittzahl, Gesamtdauer des Gehens, Ganggeschwindigkeit, Schrittlänge und Gehstrecke im Alltag) sowie eine Auswertung möglicher Effekte des Sturzpräventionsprogramms auf des Aktivitätsverhalten.

Arbeitsplan

1. Perturbationsbasierte Gleichgewichtstraining (PGT)

Das PGT soll im Projekt „Intervention Sturzprophylaxetraining“ mit allen Patienten (*n* = 60) umgesetzt werden. Das PGT wird auf dem Perturbationslaufband am Agaplesion Bethanien Krankenhaus Heidelberg von einem/r geschulten Trainer/in zu T0 und T2 (Abstand ca. 6 Monate) für jeweils etwa 30-45 min durchgeführt. Die Trainingsintensität wird dabei an das individuelle Leistungsniveau der Patienten angepasst.

Perturbationen während des Gehens

- insgesamt 40 Perturbationen
- 5 Blöcke à 8 Perturbationen = 4 Richtungen × 2 Gangphasen [Schwungphase li & re)
- Intensität: individuell angepasst an Teilnehmer, beurteilt durch Trainer unter Berücksichtigung der Rückmeldung des Teilnehmers

Block		**Perturbation**				**Pause**
Nr.	**Dauer**	**Richtung**	**Häufigkeit**	**Intensität**[1]	**Reizdichte**[2]	
1	~2 min	AP (vorwärts/rückwärts)[3]	8 (2×4 Typen)	Individuell	10-20 s	1 min
2	~2 min	ML (links/rechts)[3]	8 (2×4 Typen)	individuell	10-20 s	1 min
3	~2 min	AP (vorwärts/rückwärts)[3] ML (links/rechts)[3]	8 (1×8/Typen)	individuell	10-20 s	1 min
4	~2 min	AP (vorwärts/rückwärts)[3] ML (links/rechts)[3]	8 (1×8 Typen)	individuell	10-20 s	1 min
5	~2 min	AP (vorwärts/rückwärts)[3] ML (links/rechts)[3] + Dual-Task-Aufgabe	8 (1×8 Typen)	individuell	10-25 s	1 min

[1] Intensität wird vom Trainer beurteilt. [2] Dauer zwischen den Perturbationen (randomisiert für das angegebene Zeitintervall). [3] Richtung der Perturbationen randomisiert. AP = anterior-posterior, ML = medio-lateral.

Perturbationen während des Stehens

- insgesamt 40 Perturbationen
- 5 Blöcke à 8 Perturbationen = 4 Richtungen
- Intensität: individuell angepasst an Teilnehmer, beurteilt durch Trainer unter Berücksichtigung der Rückmeldung des Teilnehmers

Block		**Perturbation**				**Pause**
Nr.	**Dauer**	**Richtung**	**Häufigkeit**	**Intensität**[1]	**Reizdichte**[2]	
1	~2 min	AP (vorwärts/rückwärts)[3]	8 (4×2 Typen)	Individuell	10-20 s	1 min
2	~2 min	ML (links/rechts)[3]	8 (4×2 Typen)	individuell	10-20 s	1 min
3	~2 min	AP (vorwärts/rückwärts)[3] ML (links/rechts)[3]	8 (2×4 Typen)	individuell	10-20 s	1 min
4	~2 min	AP (vorwärts/rückwärts)[3] ML (links/rechts)[3]	8 (2×4 Typen)	individuell	10-20 s	1 min
5	~2 min	AP (vorwärts/rückwärts)[3] ML (links/rechts)[3] + Dual-Task-Aufgabe	8 (2×4 Typen)	individuell	10-20 s	1 min

[1] Intensität wird vom Trainer beurteilt. [2] Dauer zwischen den Perturbationen (randomisiert für das angegebene Zeitintervall). [3] Richtung der Perturbationen randomisiert. AP = anterior-posterior, ML = medio-lateral.

2. Messung der körperlichen Aktivität

Die sensorgestützte Messung der körperlichen Aktivität erfolgt zu T0 und T2. Die körperliche Aktivität wird dabei jeweils über einen Zeitraum von insgesamt 7 Tagen mit dem AX6-Sensor (AX6, Axivity, Newcastle upon Tyne, UK) gemessen. Der Sensor ist CE-zertifiziert und entspricht der Richtlinie 2004/108/EG; die entsprechende Konformitätserklärung ist bei Axivity Ltd. erhältlich. Das Produkt wurde gemäß BS EN 61000-6-1:2007 und BS EN 61000-6-3:2007 (elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Fachgrundnormen, Störfestigkeit für Wohn-, Gewerbe- und Leichtindustriebereiche) getestet. Der 23 × 32,5 × 8,9 mm große und 11 g leichte Sensor (siehe Abb. 1) wird mit einer wasserdichten Klebebandage am unteren Rücken befestigt (Duschen möglich). Die Fixierung dauert etwa 2 min. Nach den 7-tägigen Messungen wird der Sensor jeweils selbstständig vom Patienten abgenommen und postalisch in einem vorfrankierten und -adressierten Umschlag an das für die Datenanalyse zuständige Agaplesion Bethanien Krankenhaus zurückgeschickt.

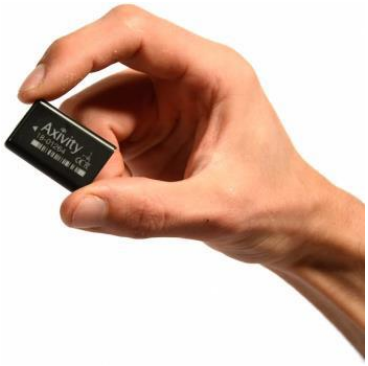

Abb. 1: AX6 Sensor (Dimensionen: 23 × 32,5 × 8,9 mm, 11 g)

Beantragte Mittel

Posten	**Kosten**
Durchführung des Perturbationstraining (120 Trainingseinheiten = 60 Patienten je zwei Einheiten [T0 & T2] à 90 €	10.800 €
Anlegen des Sensors inkl. Auswertung (120 Messungen = 60 Patienten je zwei Messungen [T0 & T2] à 30 €)	3.600 €
Gesamt	**14.400 €**

Literatur

1. Maki, B.E.; Cheng, K.C.; Mansfield, A.; Scovil, C.Y.; Perry, S.D.; Peters, A.L.; McKay, S.; Lee, T.; Marquis, A.; Corbeil, P.; et al. Preventing falls in older adults: new interventions to promote more effective change-in-support balance reactions. *J Electromyogr Kinesiol* **2008**, *18*, 243-254, doi:10.1016/j.jelekin.2007.06.005.
2. Okubo, Y.; Schoene, D.; Caetano, M.J.; Pliner, E.M.; Osuka, Y.; Toson, B.; Lord, S.R. Stepping impairment and falls in older adults: A systematic review and meta-analysis of volitional and reactive step tests. *Ageing Res Rev* **2021**, *66*, 101238, doi:10.1016/j.arr.2020.101238.
3. WHO. *Step safely: strategies for preventing and managing falls across the life-course*; World Health Organization: Geneva, 2021.
4. Ganz, D.A.; Latham, N.K. Prevention of Falls in Community-Dwelling Older Adults. *N Engl J Med* **2020**, *382*, 734-743, doi:10.1056/NEJMcp1903252.
5. Sherrington, C.; Fairhall, N.J.; Wallbank, G.K.; Tiedemann, A.; Michaleff, Z.A.; Howard, K.; Clemson, L.; Hopewell, S.; Lamb, S.E. Exercise for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev* **2019**, *1*, Cd012424, doi:10.1002/14651858.CD012424.pub2.
6. Gerards, M.H.G.; McCrum, C.; Mansfield, A.; Meijer, K. Perturbation-based balance training for falls reduction among older adults: Current evidence and implications for clinical practice. *Geriatr Gerontol Int* **2017**, *17*, 2294-2303, doi:10.1111/ggi.13082.
7. Pai, Y.C.; Bhatt, T.; Yang, F.; Wang, E. Perturbation training can reduce community-dwelling older adults' annual fall risk: a randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **2014**, *69*, 1586-1594, doi:10.1093/gerona/glu087.
8. Hezel, N.; Sloot, L.H.; Wanner, P.; Becker, C.; Bauer, J.M.; Steib, S.; Werner, C. Feasibility, effectiveness and acceptability of two perturbation-based treadmill training protocols to improve reactive balance in fall-prone older adults (FEATURE): protocol for a pilot randomised controlled trial. *BMJ Open* **2023**, *13*, e073135, doi:10.1136/bmjopen-2023-073135.
9. Hezel, N.; Brüll, L.; Schwenk, M.; Steib, S.; Sloot, L.H.; Becker, C.; Bauer, J.M.; Werner, C. Akzeptanz und Durchführbarkeit von perturbationsbasierten Trainingsparadigmen in sturzgefährdeten Zielgruppen. *Z Gerontol Geriatr* **2023**, *56*, S72.
10. Werner, C.; Hezel, N.; Sloot, L.H.; Wanner, P.; Becker, C.; Bauer, J.M.; Steib, S. Dosis-Wirkungs-Beziehung verschiedener perturbationsbasierter Laufband-Trainingsprotokolle zur Verbesserung des reaktiven Gleichgewichts bei sturzgefährdeten älteren Menschen. *Z Gerontol Geriatr* **2023**, *Suppl. 2*, S71.
11. Wildes, T.M.; Fiala, M.A. Falls in older adults with multiple myeloma. *Eur J Haematol* **2018**, *100*, 273-278, doi:10.1111/ejh.13009.
12. Cenik, F.; Keilani, M.; Hasenöhrl, T.; Huber, D.; Stuhlpfarrer, B.; Pataraia, A.; Crevenna, R. Relevant parameters for recommendations of physical activity in patients suffering from multiple myeloma : A pilot study. *Wien Klin Wochenschr* **2020**, *132*, 124-131, doi:10.1007/s00508-019-01582-z.
13. Nicol, J.L.; Woodrow, C.; Burton, N.W.; Mollee, P.; Nicol, A.J.; Hill, M.M.; Skinner, T.L. Physical Activity in People with Multiple Myeloma: Associated Factors and Exercise Program Preferences. *J Clin Med* **2020**, *9*, doi:10.3390/jcm9103277.
14. Jones, L.W.; Courneya, K.S.; Vallance, J.K.; Ladha, A.B.; Mant, M.J.; Belch, A.R.; Stewart, D.A.; Reiman, T. Association between exercise and quality of life in multiple myeloma cancer survivors. *Support Care Cancer* **2004**, *12*, 780-788, doi:10.1007/s00520-004-0668-4.