

Macht Bewegungsangst dümmer?

Wie körperliche Aktivität und Intelligenz zusammenhängen

Durch Bewegungsangst sinkt die geistige Leistungsfähigkeit. Denn körperliche Aktivität und Intelligenzleistungen stehen in einem engen Zusammenhang. Umgekehrt gilt: Wer sich bewegt, tut etwas für seine Denkfähigkeit, aktuell und chronisch. Wie dieser Zusammenhang beschaffen ist und welche praktischen Konsequenzen sich daraus ableiten lassen, wird im folgenden Artikel beleuchtet.

Merksätze

- Während der Bewegungen laufen schnellere, komplexere geistige Vorgänge ab als sonst.
- Kurzfristig bewirkt Sprechen, Kauen, Schreiben mehr als Laufen.
- Für geistige Ausdauerleistungen bringen körperliche Ausdauersportarten eine gute Grundlage, da sie das Herz-Kreislauf-System stärken.
- Umgekehrt fällt es Personen, die geistig angeregt sind, leichter als sonst, sich zu bewegen.
- Langfristig schöpfen bewegte Personen ihre geistigen und zerebralen Potenziale besser aus.

SIEGFRIED LEHRL¹, TANJA ROMMEL-SATTLER²

Technisierte Mobilität fördert menschliche Immobilität

Über Tausende von Generationen mussten unsere Vorfahren Früchte und Beeren sammeln und Tiere jagen, um zu überleben. Noch vor fünf Generationen sollen die meisten etwa 20 Kilometer pro Tag zu Fuß zurückgelegt haben. Demgegenüber reduzieren sich die heutigen Bewegungen vieler Menschen dank den technischen Entwicklungen, dem privaten Auto, den öffentlichen Nah- und Fernverbindungen, den Fahrrädern und nicht zuletzt den Telekommunikationsmitteln auf höchstens 1 Kilometer.

Die Folgen sind dramatisch. Die Weltgesundheitsorganisation (1) schätzt, dass sich ein Drittel aller europäischen Erwachsenen nicht ausreichend bewegt. «Bewegungsarmut ist in den Industrieländern nach dem Rauchen der zweitwichtigste gesundheitliche Risikofaktor. Weltweit gehört die sitzende Lebensweise

zu den zehn Hauptursachen von Tod und Behinderung» (1). Die WHO gibt zum Beispiel für die Schweiz an, dass hier jährlich 1,4 Millionen Krankheitsfälle und 2000 Sterbefälle auf das Konto der Bewegungsarmut gehen. Die WHO schätzt die Kosten dafür mit 2,4 Milliarden Franken ein.

Bewegungsarmut ist der Tribut des modernen Menschen an die Zivilisation. Die moderne Gesellschaft befindet sich sogar auf dem besten Weg, durch die weiterhin zunehmende technische Mobilität in eine noch stärkere körperliche Immobilität zu geraten, was die Krankheits- und Sterbefälle sowie volkswirtschaftlichen Kosten weiterhin erhöhen würde.

Diese Einschätzungen berücksichtigen aber noch nicht den Einfluss der Bewegungsarmut auf die geistige Leistungsfähigkeit der Menschen. Ihr Absinken führt individuell zu geringeren Bildungs-, Schul- und Berufserfolgen und zu Verlusten von Lebensqualität. Außerdem erhöht sich das Risiko, an Demenz zu erkranken.

Moderne Gesellschaften, die mangels Rohstoffen auf die Kopfleistungen ihrer Bürger angewiesen sind, können, wenn ihre Bürgerschaft die bisherige kognitive Leistungskraft nicht aufrechtzuerhalten vermag, den wirtschaftlichen Wohlstand nicht sichern. Begleitend nehmen daher die finanziellen Leistungen der Gesundheitssysteme ab (2).

¹ Psychiatrische und Psychotherapeutische Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg

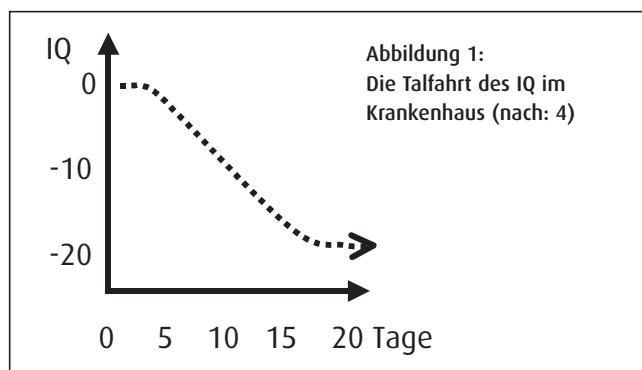
² Wissenschaftliche Akademie der GfG, Valentingasse 9,
D-85560 Ebersberg

Mindert Bewegungsarmut tatsächlich die geistige Leistungsfähigkeit? Erhöht dann andererseits körperliche Bewegung das kognitive Leistungsvermögen? Welche Bewegungen sind gegebenenfalls besonders förderlich?

Bewegungsarmut senkt den IQ

In verschiedenen Lebensgebieten liefern Beobachtungen Hinweise, dass Bewegungsarmut tatsächlich die geistige Leistungsfähigkeit schwinden lässt. Davey berichtete 1973 (3), es sei auffällig, dass Basketballspieler, die zum Einwechseln am Spielrand ruhig warten, die Spielzüge der Kollegen nicht mitverfolgen können. Sie seien ihnen zu rasch und unverständlich. Wenige Sekunden, nachdem sie in das Spielfeld hineingelaufen seien, seien sie jedoch kognitiv und handelnd wieder voll dabei und würden spiieldienlich mitplanen und ihre Techniken im gewünschten Moment einsetzen.

Welche Auswirkungen beispielsweise Krankenhausaufenthalte auf die geistige Fitness haben, konnte in den Achtzigerjahren gezeigt werden. Bei Patienten, die unabhängig von der Einlieferungsdiagnose drei Wochen im Krankenhaus stationär untergebracht, teilweise aber nicht einmal bettlägerig waren, wurden IQ-Einbussen von durchschnittlich 20 Punkten festgestellt (4). Bei 40 Prozent von Bettlägerigen mit Hüftfraktur stellten Billig et al. (5) erhebliche kognitive Einbussen mit Tests fest, die zur Demenzdiagnose entwickelt worden waren. Ein wichtiger Grund wurde von den jeweiligen Autoren im Bewegungsmangel gesehen. Gefängisaufenthalte haben übrigens vergleichbare Effekte.



Bewegungsmangel wirkt sich auch langfristig auf die Intelligenzentwicklung aus. So zeigte eine Langzeitstudie, dass Kinder, die bereits im Alter von zwei Jahren als sogenannte Vielseher (mehr als 2 h Fernsehen pro Tag) eingestuft waren, später kaum einen qualifizierten Schulabschluss schafften (6). Die körperlich passive Haltung, die Menschen vor dem Fernseher einnehmen, beeinträchtigt aktuell das Lernen. Diese Erkenntnis sollten vor allem diejenigen Eltern beherzigen, die der Auffassung sind, ihre Kinder würden vor dem Fernseher eine Menge lernen. Gleichzeitig schafft Dauerfernsehen wie in der oben erwähnten Studie einen chronischen Bewegungsmangel.

Bewegung macht intelligenter

Wenn Bewegungsarmut verdummt, müssten Anregungen der Mobilität die geistige Leistungsfähigkeit erhöhen. Hierzu liegen wissenschaftliche sowie allgemeine Beobachtungen vor.

Bereits im alten Griechenland gab es Praktiken, die Denkarbeit körperlich zu unterstützen. Aristoteles (384 bis 322 v. Chr.) begründete die philosophische Schule der Peripatetiker. Hier wurden Gespräche mit Schülern im Umherwandeln geführt. Die Schule erhielt ihren Namen wegen des Ortes, an dem sie stattfand: Peripatos bedeutet Wandelhalle.

Über Senioren, auch solche mit Demenz, wurde mehrfach berichtet, dass sie sich, wenn sie neben einem Gesprächspartner her liefen, leichter unterhalten konnten, als wenn sie im Bett lagen oder im bequemen Sessel sassen. Sie redeten dann nicht nur mehr, sondern auch wesentlich differenzierter, intelligenter (7). In einer breit angelegten Langzeitstudie zur Erforschung von Freizeitverhalten bei Senioren zum Demenzschutz erwies sich regelmäßiges Tanzen als bester Schutz vor Demenz, und zwar vor Brett- oder Kartenspielen, Musizieren, Kreuzworträtseln oder Lesen. Schwimmen und Radfahren hatten beispielsweise relativ geringe präventive Effekte. Dies zeigt deutlich, dass es auf die Kombination von Denken und Bewegung ankommt. Beim Tanzen ist diese Kombination von Planen der Schrittfolge und Ausführung der Bewegung gegeben (8).

In den Achtzigerjahren führte unsere Arbeitsgruppe mehrere Experimente durch, bei denen wir gesunde und kranke Erwachsene unterschiedlichsten Alters auf Heimtrainer setzten und ihre geistige Leistungsfähigkeit massen (9). Hielten sie ihre Beine still, unterschritten ihre mentalen Leistungen bei weitem die in Bewegung. Die Übergänge zum geistigen Leistungsanstieg und zur Leistungsminderung bei der Bewegung der Beine oder deren Ruhe dauerten nur wenige Sekunden. Während und nicht nach der Bewegung erhöhte sich demnach die aktuelle mentale Leistungsfähigkeit.

Bewegung als Interventionsmaßnahme zur Intelligenzsteigerung

Wir mitteleuropäischen Neuzeitmenschen sind aus mehreren Gründen gut beraten, unsere Kopfarbeit mit Bewegung zu kombinieren. Wir müssen dem durch den technischen Fortschritt entstandenen Bewegungsmangel bewusst entgegenwirken, um unser Herz-Kreislauf-System gesund zu halten. Wenn wir gleichzeitig bei der Bewegung denken, werden wir geistig fitter. Dies wiederum stärkt die Lebensfreude und den Erfolg. In Wissens- und Informationsgesellschaften wie den unseren müssen Menschen lebenslang mit- und weiterdenken. Mental Fitte haben in Schule, Ausbildung, Beruf und Alltag mehr Erfolg und Spass. Wie stark der Spassanteil an geistigen Tätigkeiten sein kann, belegt der Run auf Spiele wie Schach, Sudoku, Bejeweled, Mah Jongg und Dr. Kawashima's Gehirn-Jogging. Erfolg und Spass stellen sich bei den geistig Fitten aber auch ein, weil sie am Geschehen ihrer Gesellschaft stärker teilhaben als die, an denen mangels kognitiver Leistungen viel vorbeilaufen.

Die Kombination von Kopfarbeit und Bewegung lässt aber auch im gesundheitlichen Bereich viele Vorteile erwarten, nicht nur ein geringeres Risiko für mentale Erkrankungen, sondern auch raschere Rehabilitationen, Unterstützungen der physischen Behandlungen und frühere Entlassungen bei stationären Krankenhausaufenthalten (10, 11).

Nachgefragt ...

... bei Dr. Siegfried Lehrl

ARS MEDICI: Der Zusammenhang zwischen Bewegung und kognitiven Leistungen ist sehr beeindruckend. Spielen aber nicht auch andere Faktoren mit hinein? Nehmen wir das Beispiel Klinikaufenthalt: Sind nicht auch die psychische Ausnahmesituation, die fremde Umgebung, Ängste, Ungewissheiten etc. Einflüsse, die die Einbussen der flüssigen Intelligenz nach Spitaleinweisung erklären?

Lehrl: Durchaus gibt es andere Faktoren: Reizarmut vieler Krankenhauszimmer, Einschränkung sozialer Kontakte, Abgabe der Eigenverantwortung an die Ärzte usw. Eine fremde Umgebung hingegen, auch leichte bis mittelstarke Angst, heben meist den IQ. Mit zunehmender Aufenthaltsdauer wird die Umgebung jedoch vertrauter. Dass zur Abnahme des IQ mit der Dauer des Klinikaufenthalts auch Bewegungsmangel beiträgt, ist eine nahe liegende Erklärung, nicht zuletzt, weil die Experimente einen engen Zusammenhang zwischen Bewegung und kognitiver Leistungsfähigkeit belegen.

ARS MEDICI: Wenn Kaubewegungen solch einen Einfluss auf die Intelligenz haben, müsste man Schulkindern nicht eigentlich das Kaugummikauen oder Essen im Unterricht gestatten?

Lehrl: Wenn Erfolg wichtiger als die Ästhetik ist, dann jedenfalls. Mitschreiben ist übrigens eine weitere effektive Möglichkeit, die oft passive körperliche Haltung der Schüler und Studenten zu durchbrechen.

Um effiziente Interventionen durchführen zu können, ist es wichtig, sich genauer mit den Zusammenhängen zwischen Bewegung und geistiger Leistungsfähigkeit zu befassen. Welche kognitiven Leistungsaspekte sind besonders durch Bewegungen beeinflussbar? Welche Stellen im Gehirn sind eng involviert? Welche Bewegungen sind besonders effizient und schliesslich: Wie verhält es sich mit aktuellen und langfristigen Einflüssen von Bewegungen auf die geistige Leistungsfähigkeit?

Auf die flüssige Intelligenz und den Arbeitsspeicher kommt es an

Wie heisst die Hauptstadt der Schweiz? Welcher Staat grenzt im Süden an die Schweiz an? Wie heisst der Präsident der USA? Wo liegt das Präfrontalhirn?



Dr. Siegfried Lehrl

ARS MEDICI: «Wenn man den Kindern wie beim Fernsehen immer nur kurze semantische Blöcke anbietet und wenn man nicht selbst entscheiden kann, wohin man blickt, dann geht möglicherweise eine Funktion verloren, die zur Durchdringung komplexerer Zusammenhänge wichtig ist», schreibt der Hirnforscher Wolf Singer. Könnte nicht also der Umstand, dass «vielsehende» Kleinkinder später schlechte Schulabschlüsse machen, ganz andere Gründe als den Bewegungsmangel haben?

Lehrl: Psychische Passivität hat sicherlich auch einen starken Einfluss. Sie bedingt wahrscheinlich zusammen mit der körperlichen die Misserfolge in der Schule. Gemeinsam schon deshalb, weil sich psychische und körperliche Passivität gegenseitig begünstigen.

ARS MEDICI: Inwieweit können die Übungen des Mentalen Aktivierungs-Trainings MAT auch Demenzkranken eine Hilfe sein, den Abbau der kognitiven Leistungsfähigkeit hinauszögern?

Lehrl: Die MAT-Übungen stammen ursprünglich aus unserer Arbeit mit Rehabilitationspatienten ohne zerebrale Beeinträchtigung. Erst als sich die Anwendungen erfolgreich erwiesen, wandten wir uns den Personen mit zerebralen Insuffizienzen zu, auch Personen mit Altersdemenz. Die Übungen wurden geprüft und die Ergebnisse in Vorträgen, Büchern und Fachzeitschriften vorgestellt. Die Wirkung erwies sich als umso grösser, je höher das prämorbiade Intelligenzniveau und je leichter die Ausprägung der Erkrankung war. Meines Wissens werden die Übungen in vielen Rehabilitationskliniken, aber auch in Seniorenheimen genutzt.

ARS MEDICI: Wo sind die MAT-Übungen erhältlich?

Lehrl: Im Buchhandel oder über die Gehirnjogger-Zentrale, Postfach 1147, D-85552 Ebersberg (Tel. 08092-86 49 20) und im Internet unter: www.gehirnjoggerzentrale.de.

Derartige Wissensfragen, wie sie in den beliebten Quizsendungen des Fernsehens gestellt werden, gehören zur kristallisierten Intelligenz. Sie entspricht den inhaltlichen Erfahrungen, die in der Auseinandersetzung mit der Umwelt gewonnen wurden. Das Niveau hängt von der flüssigen Intelligenz und der Dauer ab, die man in einer bestimmten Umwelt verbracht hat. Die flüssige (= fluide) Intelligenz entspricht dem Niveau der Denkfähigkeit: Wie schnell, komplex und präzise denkt jemand? Die erste oder auch zweite oder sogar zusätzlich dritte der Aufgaben in *Abbildung 2* lösen zu können, zeigt unterschiedliche Niveaus der Denkfähigkeit an. Diese fluide Intelligenz wird in den sich stark wandelnden modernen Gesellschaften, in denen man sich ständig neu anpassen muss, mehr gebraucht als die kristallisierte Intelligenz.

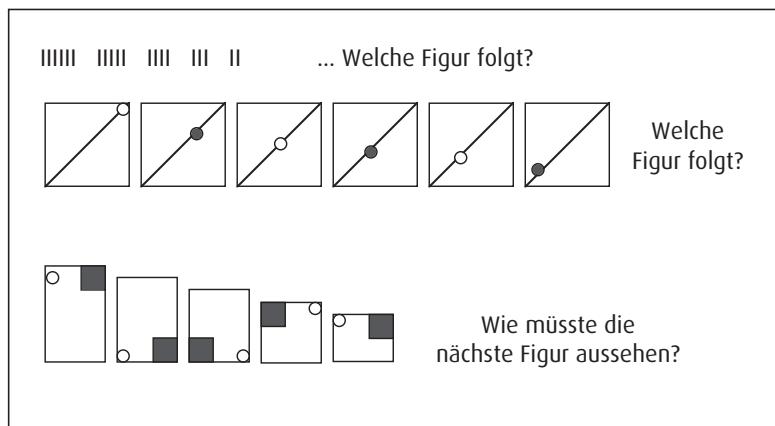


Abbildung 2: Drei zunehmend schwerere Aufgaben für fluide Intelligenz

Die fluide Intelligenz hängt auch unmittelbar mit Bewegungen zusammen. Sie sinkt bei Krankenhausaufenthalten, und sie steigt unmittelbar nach der Mobilisierung des Körpers. Demgegenüber erhöht sich kristallisierte Intelligenz nur langsam, wenn die fluide Intelligenz ansteigt oder oft zum Einsatz gebracht wird.

Die herkömmlichen psychologischen Konzepte der Intelligenz sind etwas verschwommen. Hier schafft die Informationspsychologie mit ihren Modellen zur Informationsverarbeitung und zur Messung von deren Größen exaktere Konzepte, die den Naturwissenschaftler zufriedener stellen. Sie sind zudem hirnnäher, weil das Gehirn und seine Nervenzellen primär auf Informationsverarbeitung ausgelegt sind.

Informationen aus der Umwelt werden über die Sinnesorgane aufgenommen (Abbildung 3). Nur der Anteil der Informationen, die bewusst weiterverarbeitet werden, gelangt in den Arbeitsspeicher, den Ort des bewussten Informationsmanagements. Von da wird ein Teil in das bewusste (= explizite = deklarative) Gedächtnis eingespeichert, wo er lange aufbewahrt und wieder in den Arbeitsspeicher als Erinnerung eingespeist werden kann.

Im Wesentlichen finden die Vorgänge, die bei Leistungen fluider Intelligenz ablaufen, im Arbeitsspeicher statt. Dies gilt auch für das Auffinden von Ordnungen bei Wissensstoffen. Wer die Zahlenreihe 2 5 10 17 26 37 50 auswendig lernt, also in das Gedächtnis durch simple Wiederholungen einspeichert, und keine darin vorhandenen Zusammenhänge erkennt, lernt relativ lange und vergisst die Reihe ausserdem schnell wieder. In diesem Fall wurden die Vorteile des Arbeitsspeichers, der intelligentes Lernen ermöglicht, nicht genutzt. Im Arbeitsspeicher können rasch Versuche mit den benachbarten Zahlen durchgeführt werden. Dabei wird man hinter die Ordnung kommen, dass die Differenzen zwischen zwei Nachbarzahlen immer zwei mehr als vorher betragen, also: Differenz von 2 5 -> + 3, 5 10 -> + 5, dann + 7, + 9 usw. (Alternativlösung: Quadratzahlen von 1 bis 7, je + 1). Auf diese Weise muss man sich weniger einprägen als beim Auswendiglernen.

Wer seinen Arbeitsspeicher oft zum Einsatz bringt, organisiert sich sein Wissen entsprechend oft und erhöht das allgemeine und spezifische Wissen entsprechend.

Während der Bewegungen arbeitet der Arbeitsspeicher eher als in Ruhe, außerdem steigt seine Kapazität, das heißt er wird größer, genau genommen um 20 Prozent (8).

Deshalb verwundert es nicht, dass die Personen mit einem größeren Arbeitsspeicher als andere im Test für fluide Intelligenz einen höheren IQ erzielen und im gleichen Alter über mehr Allgemeinwissen, also ein höheres Niveau an kristallisierter Intelligenz, verfügen (4, 12). Die reine, das heißt mechanische Gedächtnisleistung, wie sie beim Auswendiglernen zur Geltung kommt, korreliert hingegen weder mit Bewegung noch mit fluider noch kristallisierter Intelligenz (4, 12).

Zur Hirnbiologie ist zu bemerken, dass die Vorgänge im Arbeitsspeicher mit starken Erregungen im Präfrontalhirn assoziiert sind, während das bewusste Einprägen über den Hippocampus verläuft, der auch als Tor zum bewussten (= deklarativen) Lernen charakterisiert wird.

Bezeichnend ist folgende Beobachtung: Bei «Ruhe»-ständlern, deren flüssige Intelligenz (weniger die kristallisierte Intelligenz) typischerweise gegenüber ihren jüngeren Lebensjahren nachgelassen hat, tritt eine Schrumpfung des Präfrontalhirns von durchschnittlich 30 Prozent auf (13). Dieser Befund kann nicht einzig und allein auf Bewegungsmangel zurückgeführt werden. Denn sicherlich wirken geistige Unterforderung und die Unfähigkeit mit, sich eigene erfüllbare und sinnvolle Ziele in diesem Lebensabschnitt zu setzen. Diese Größen interagieren aber auch: Wer sich nicht bewegt, verfügt aktuell über einen eingeschränkten Arbeitsspeicher und ist im gleichen Zustand wenig zuversichtlich und kreativ, um sinnvolle Ziele zu generieren. Übrigens mögen auch ungünstige Ernährung und Flüssigkeitszufuhr mitverantwortlich für die starke Frontalhirnschrumpfung bei vielen Ruheständlern sein.

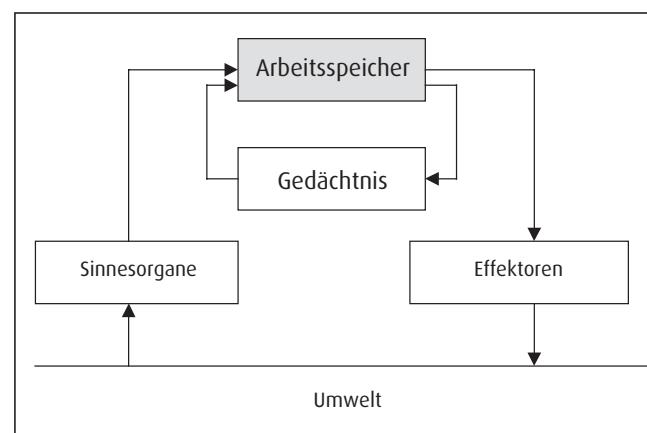


Abbildung 3: Modell der Informationsverarbeitung

Welche Bewegungen sind besonders effizient?

Hirnfunktionelle Kenntnisse geben Anhaltspunkte, welcher Art die Bewegungen sein sollten, die besonders wirkungsvoll auf die Leistungen des Arbeitsspeichers einwirken.

Betrachtet man – zumindest das verbale – Denken als entlautes Sprechen, dann müssten Bewegungen der Muskulatur, die in das Sprechen involviert sind, wiederum das Denken anregen. Dazu gehören die Muskeln von Zunge, Lippen, Kiefer und Kehlkopf.

Es konnte gezeigt werden, dass kleine Bewegungen, wie zum Beispiel Kaugummikauen und Sprechen, sich sehr positiv auf die Hirnleistung auswirken. Studenten, die in Frontalvorlesungen passiv und still sitzen müssen, können Informationen besser aufnehmen, wenn Sie dabei Kaugummi kauen oder etwas essen. Diese kleinen Bewegungen haben unmittelbar eine günstige Wirkung auf den Grad der Wachheit und damit auf den Arbeitsspeicher (12). Andererseits wird der Vortragende kaum müde, weil er seine Sprechmuskulatur ständig aktiviert.

Finger- und Armbewegungen, wie sie beim Schreiben ausgeführt werden, erhöhen ebenfalls die Wachheit und fahren den Arbeitsspeicher für kompliziertere geistige Leistungen hoch.

Darauf bauen die Übungen des Mentalen Aktivierungs-Trainings MAT auf, die in der Gesellschaft für Gehirntraining e.V. konzipiert und ständig weiterentwickelt werden, um Personen innerhalb von zwei bis vier Minuten geistig so fit zu machen, dass sie sich komplexeren mentalen Anforderungen des Alltags zuwenden können. Viele der Übungen enthalten neben einer mässig fordernden Denkaufgabe Durchstreichbewegungen, die für die schnelle Aktivierung des Arbeitsspeichers von Nutzen sind (14).

Hirnanatomisch betrachtet, liegen auch die motorischen Projektionsareale der Fingerbewegungen in grösserer Nähe zum motorischen Sprachzentrum als beispielsweise der Rumpf, die Beine oder die Füsse.

Deshalb sind die Rumpf-, Bein- und Fussbewegungen wie beim Gehen und Laufen vermutlich ineffizientere Hilfen, den Arbeitsspeicher hochzufahren. Sie haben aber trotzdem mehr Wirkungen als gar keine Bewegung.

Aktuelle und langfristige Effekte

Während der Bewegungen arbeitet der Arbeitsspeicher auf Hochtouren. Die tägliche Kombination von Bewegung und Arbeitsspeicherforderung erhöht den fluiden IQ bei unauffälligen 50- bis 70-Jährigen im Mittel um 14 Punkte (15). Das entspricht dem Unterschied von Universitätsstudenten zur Normalbevölkerung. Gleichzeitig stabilisieren sie sich psychisch und werden kommunikationsfähiger. Im Gehirn scheinen sich Umstrukturierungen zu ergeben, welche für einige Wochen eine höhere kognitive Leistungsfähigkeit ermöglichen. Wer dann nichts tut, baut jedoch schnell wieder ab.

Wie steht es nun mit den Personen, die ausgiebiger und regelmässig Sport treiben? Wenn sie während der sportlichen Tätigkeit ihren Kopf einschalten, sind sie gleichzeitig schneller, umsichtiger und kreativer als im immobilen Zustand.

Wenn sie stumpfsinnig ihre Runden drehen, können sie zwar nicht aktuell, dafür aber später kognitiv davon profitieren, falls sie ihr Herz-Kreislauf-System auf einen hohen Leistungsstand bringen. Denn diesen benötigt, wer sich lange bei mentalen

Aktivitäten konzentrieren muss, weil Kopfleistungen immer auch das Herz-Kreislauf-System beanspruchen: So erhöhen sich beim Denken die Atem- und die Herzfrequenz und der Blutdruck. ■

Schlussfolgerungen für die Praxis

Aus dem Wellness- wie dem Gesundheitsbereich können viele Vorteile gezogen werden, wenn sich die Mehrheit der Menschen unserer modernen Gesellschaften nicht nur mehr bewegen, sondern sich in der Bewegung auch mit geistigen Anforderungen auseinandersetzen. Dabei stehen Bewegungen und fluide, aber nicht kristallisierte Intelligenz in einer wechselseitigen Beziehung zueinander. ■

Korrespondenzadresse:

Dr. Siegfried Lehrl

**Psychiatrische Klinik der Universität
Schwabachanlage 6
D-91054 Erlangen**

E-Mail: siegfried.lehrl@uk-erlangen.de

Interessenkonflikte: keine deklariert

Literatur:

- WHO (1. April 2006) Weltgesundheitstag 2002 – Gesund leben – in Bewegung bleiben. Internet: www.euro.who.int/eprise/main/WHO/Progs/WHD/FactSheets/20020319_2?language=German.
- Lynn R, Vanhanen T (2002) IQ and the wealth of nations. Westport, CT: Praeger.
- Davey, CP (1973) Mental Performance After Physical Activity. Austral Sports Med 4: 25-33.
- Lehrl S (1984) Die Talfahrt des IQ im Krankenhaus, Psycho 10: 201-213.
- Billig N, Ahmed SW, Kenmore P I (1988) Hip fracture, depression, and cognitive impairment: A follow-up study. Orthopaedic Review 17: 315-320.
- Hancox RJ, Milne BJ, Poulton R (2005) Association of television viewing during childhood with poor educational achievement. Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine 159: 614-618.
- Scherder E et al. (2007) Gait in ageing and associated dementias; its relationship with cognition. Neurosci Biobehav Rev [Epub ahead of print].
- Vergheese J, Lipton RB, Katz MJ, Hall CB, Derby CA, Kuslansky G, Ambrose AF, Sliwinski M, Buschke H (2003) Leisure activities and the risk of dementia in the elderly. New England Journal of Medicine 348: 2508-2516.
- Lehrl S, Hilmer W, Mohr W, Fischer B (1986) Steigt die geistige Leistungsfähigkeit unter körperlicher Belastung? Geriatrics pregeriatric rehabilitation 2: 95-108.
- Schimmelpfennig L (2000) Ohne Kopf geht's nicht. Geistig Fit 2: 6-8.
- Zegelin A (2005) Festgenagelt sein. Der Prozess des Bettlägerigwerdens. Hans Huber, Bern-Göttingen.
- Lehrl S (2005) Mentales Erfolgstraining. Deutscher Sportverlag, Belenus: Köln.
- Haug H (1985) Gibt es Nervenzellverluste während der Alterung in der menschlichen Hirnrinde? Ein morphometrischer Beitrag zu dieser Fragestellung. Nervenheilkunde 4: 103-109.
- Rommel-Sattler T (2005) Mentales AktivierungsTraining: ein Weg, kognitive Ressourcen zu erhalten. Naturheilpraxis 7: 929-937.
- Weidenhammer W, Glowacki H, Grässle E (1986) Wie führt man zerebrales Training in der Praxis durch und was hat sich bewährt? Pregeriatrics - Geriatrics -Rehabilitation 2: 113-116.



Lösungen zum Test für fluide Intelligenz (Abbildung 2)