

**Zeitschrift:** Physioactive  
**Herausgeber:** Physioswiss / Schweizer Physiotherapie Verband  
**Band:** 58 (2022)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Bewegung : die wirksame "Medizin" gegen das Altern = L'exercice physique : le "médicament" efficace contre le vieillissement  
**Autor:** Reinhard, Fabienne / Faude, Oliver  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1047045>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 14.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Bewegung – die wirksame «Medizin» gegen das Altern

### L'exercice physique – le «médicament» efficace contre le vieillissement

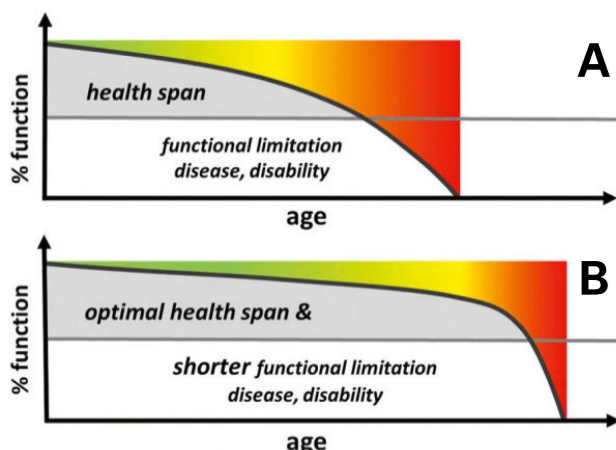
FABIENNE REINHARD, FACHLICHE UNTERSTÜTZUNG |  
SOUTIEN PROFESSIONNEL: PROF. OLIVER FAUDE

Im Alter ist der Mensch oft aufgrund funktioneller Einschränkungen seines Körpers nicht mehr so selbstständig wie zuvor. Vor allem körperliches Training hilft, die Selbstständigkeit zu erhalten und das Auftreten funktioneller Einschränkungen zu verzögern.

Irgendwann geht es bergab (*Kasten*). Zwar können Menschen ab dem Zeitpunkt, ab dem sie ausgewachsen sind, ihr Leistungsniveau bei gleichbleibender körperlicher Aktivität 10 bis 20 Jahre beibehalten. Doch dann reduziert sich die körperliche Leistungsfähigkeit bis hin zum Verlust der Selbstständigkeit (*Abbildung 1, Teil A*). Eine optimale Lebenserwartung kann durch den Erhalt oder die Verbesserung der funktionellen Fähigkeiten des Organismus erreicht werden. Das verlängert die «Gesundheitsspanne<sup>1</sup>» und verkürzt den Anteil der Lebensspanne, der von funktionellen Einschränkungen, chronischen Krankheiten und Behinderung geprägt ist (*Abbildung 1, Teil B*). Es ist davon auszugehen, dass eine gute körperliche Fitness wesentlich zu einer optimalen Lebenserwartung beiträgt. Der Zeitpunkt, ab wann der Mensch durch körperliche Einschränkungen deutlich beeinträchtigt ist, lässt sich also hinauszögern [4].

Avec l'âge, l'être humain perd souvent en autonomie, en raison des limitations fonctionnelles que rencontre son corps. L'entraînement physique aide à maintenir l'autonomie et à retarder l'apparition de ces limitations.

À un moment donné, la situation se dégrade (*encadré*). Certes, une fois qu'il a atteint l'âge adulte, un individu peut maintenir son niveau de performance durant 10 à 20 ans en gardant la même activité physique. Mais ensuite, ses capacités physiques se réduisent progressivement, jusqu'à la perte d'autonomie (*figure 1, part A*). En préservant ou en améliorant les capacités fonctionnelles de l'organisme, on peut tendre vers une espérance de vie optimale. Cet entraînement permet d'allonger l'«espérance de vie en bonne santé<sup>1</sup>» et de raccourcir la part de la vie marquée par des limitations fonctionnelles, des maladies chroniques et des handicaps (*figure 1, part B*). On peut supposer qu'une bonne condition physique contribue largement à une espérance de vie optimale. Il est donc possible de retarder le moment à partir duquel l'individu est nettement handicapé par des restrictions physiques [4].



**Abbildung 1: Gesundheitsspanne<sup>1</sup>: Der Verlust der körperlichen Funktionsfähigkeit ist dargestellt durch den Wechsel von grün zu orange. Adaptiert von [4] aus [5].**  
**Figure 1: espérance de vie en bonne santé<sup>1</sup>: la perte de la fonctionnalité physique est représentée par le passage du vert à l'orange. Adapté de [4] à partir de [5].**

<sup>1</sup> Die Gesundheitsspanne ist der Zeitraum des Lebens ohne Funktionseinschränkungen, chronische Krankheiten und Behinderungen, aber mit einem altersbedingten beginnenden Verlust der Funktionsfähigkeit.

<sup>1</sup> L'espérance de vie en bonne santé est la période de vie sans limitations fonctionnelles, maladies chroniques ou handicaps, mais avec un début de perte de capacité fonctionnelle liée à l'âge.

**Was passiert, wenn wir altern?**

**Herz**

- Muskelkraft und -kontraktion ↓
- Funktion der Gefäße ↓
- Arterien werden steifer ↑

**Hirn**

- Hirnzellen ↓
- Gedächtnis- und Exekutivfunktion ↓
- Reizverarbeitung ↓

**Muskeln**

- Motorische Einheiten ↓
- Kontraktionsgeschwindigkeit ↓
- Muskelfaseranzahl und -größe ↓

↓ abnehmend

↑ zunehmend

Herz [1], Hirn [2], Muskeln [3]

**Que se passe-t-il lorsque nous vieillissons?**

**Cœur**

- Force et contraction musculaire ↓
- Fonction des vaisseaux sanguins ↓
- Les artères deviennent plus rigides ↑

**Cerveau**

- Cellules cérébrales ↓
- Mémoire et fonction exécutive ↓
- Traitement des stimuli ↓

**Muscles**

- Unités motrices ↓
- Vitesse de contraction ↓
- Nombre et taille des fibres musculaires ↓

↓ en diminution

↑ en augmentation

cœur [1], cerveau [2], muscles [3]

**Auch der Muskel altert**

Mit dem Alter verändert sich der Muskel. So reduziert sich der Anteil der für die Reparatur des Muskels und dessen Wachstum notwendigen Muskelstammzellen von ca. 8% aller Myonuklei<sup>2</sup> bei jungen Menschen auf 0,8% bei Menschen im Alter von 70 bis 75 Jahren [6]. Eine Studie mit im Durchschnitt 50-jährigen Frauen hat gezeigt, dass sich mit einem zehnwöchigen Krafttraining der Anteil dieser Stammzellen um 46% erhöhen lässt [7]. Auch die Mitochondrien spielen eine wichtige Rolle. Sie sind die Kraftwerke der Zelle und machen 5 bis 12% des Muskelvolumens aus. Im Alter verringert sich die Anzahl gesunder Mitochondrien und der mitochondrialen DNA [8]. Das Muskeltraining fördert die Erhaltung der Mitochondrienfunktion [9]. Ebenfalls kann es das für die Autophagie<sup>3</sup> entscheidende Gen «ATG7» deutlich erhöhen. Dieses reduziert sich im Alter [10].

Weiter haben die US-Forscher:innen Elizabeth Blackburn, Carol W. Greider und Jack W. Szostak herausgefunden, wie die Chromosomen im komplexen Prozess der Zellteilung kopiert und dabei vor einer Degenerierung geschützt werden. Die Lösung liegt unter anderem im Chromosomenende, in den sogenannten Telomeren. Es handelt sich um sich wiederholende DNA-Sequenzen, die wie Schutzhüllen am Ende der Chromosomen lokalisiert sind und die Mitosehäufigkeit der Zelle regulieren. Bei jeder Zellteilung verkürzt sich ihre Sequenz. Wenn sie eine kritisch kurze Länge erreicht haben, stellt die Zelle ihre Teilungsfähigkeit ein und beginnt zu altern. Die Telomerverkürzung führt also zu einer Verkürzung der Lebenszeit. Das Forschertrio hat für seine Arbeit 2009 den Nobelpreis für Medizin erhalten [11]. Es gibt Hinweise, dass auch die Telomerlängen durch langfristige körperliche Aktivität positiv beeinflusst werden können [12].

**Le muscle aussi vieillit**

Avec l'âge, le muscle se modifie. Ainsi, la proportion de cellules souches musculaires nécessaires à la réparation du muscle et à sa croissance passe d'environ 8% de tous les myonucléides<sup>2</sup> chez les jeunes à 0,8% chez les personnes âgées de 70 à 75 ans [6]. Une étude menée sur des femmes âgées de 50 ans en moyenne a montré qu'un entraînement musculaire de dix semaines permettait d'augmenter de 46% la proportion de ces cellules souches [7]. Les mitochondries jouent également un rôle important. Considérées comme les centrales énergétiques de la cellule, elles représentent 5 à 12% du volume musculaire. Avec l'âge, le nombre de mitochondries saines et l'ADN mitochondrial diminuent [8]. L'entraînement musculaire favorise le maintien de la fonction mitochondriale [9]. De même, il peut augmenter sensiblement le gène décisif pour l'autophagie<sup>3</sup>, le gène «ATG7», qui diminue avec l'âge [10].

Par ailleurs, les chercheurs américains Elizabeth Blackburn, Carol W. Greider et Jack W. Szostak ont découvert comment les chromosomes sont copiés dans le processus complexe de la division cellulaire et comment ils sont protégés contre la dégénérescence. La solution se trouve notamment dans l'extrémité des chromosomes, appelée télomère. Il s'agit de séquences d'ADN répétitives localisées à l'extrémité des chromosomes, comme des enveloppes protectrices qui régulent la fréquence des mitoses de la cellule. Leur séquence se raccourcit à chaque division cellulaire. Lorsqu'elles atteignent une longueur critique, la cellule cesse de se diviser et commence à vieillir. Le raccourcissement des télomères entraîne donc une diminution de la durée de vie. Le trio de chercheurs a reçu le Prix Nobel de médecine en 2009 pour ses travaux [11]. Il existe des indications selon

<sup>2</sup> Myonuklei sind Zellkerne von Muskelfasern. Muskelfasern können mehrere Tausend Nuklei haben.

<sup>3</sup> Recyclingsprozess von gebrauchten oder beschädigten Proteinen.

<sup>2</sup> Les myonucléides sont les noyaux cellulaires des fibres musculaires. Les fibres musculaires peuvent comporter plusieurs milliers de noyaux cellulaires.

<sup>3</sup> Processus de recyclage des protéines usagées ou endommagées.

### Kraftverlust im Alter und die Konsequenzen

Ab 65 Jahren kommt es zu einem Kraftverlust in Abhängigkeit von der jeweiligen Kraftkomponente (z. B. Maximalkraft oder Schnellkraft) von 6 bis 13 % pro Dekade [13]. Das wirkt sich auch auf die Sturzhäufigkeit aus (Abbildung 2). Eine schwache Beinmuskulatur erhöht das Sturzrisiko um das Fünffache [15]. Bis zu 50 % der Stürze sind – abhängig von Altersgruppe und Geschlecht – auf intrinsische Faktoren zurückzuführen [16].

Auch die Gehgeschwindigkeit reduziert sich im Alter. Lauretani et al. stellten fest, dass die gemessene Gehgeschwindigkeit über eine 4-m-Strecke mit dem Alter progressiv abnimmt. Sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen erhöhte sich das Ausmass der Verschlechterung pro Jahr mit dem Alter. Parallel dazu stieg der Prozentsatz der Proband:innen, die angaben, nicht in der Lage zu sein, 1 km ohne Pause zu gehen, mit dem Alter an und war innerhalb jeder Altersgruppe bei Frauen höher als bei Männern (Abbildung 3) [17].

### Trainingsempfehlungen für ältere Menschen

Wie kann dem Altern also entgegengewirkt werden? Das Einzige, das nachgewiesenermassen hilft, ist Bewegung. Das «American Collage of Sports Medicine» und die «American Heart Association» haben folgende Empfehlungen für körperliche Aktivität und die Gesundheit bei älteren Menschen [18]:

- 150 Minuten moderate oder 75 Minuten anstrengende körperliche Aktivität (10-Min.-Episoden) pro Woche
- Gleichgewichtstraining (dreimal pro Woche)
- Kraft- und Flexibilitätstraining (je zweimal pro Woche)

lesquelles la longueur des télomères peut également être influencée positivement par une activité physique à long terme [12].

### Perte musculaire avec l'âge et conséquences

À partir de 65 ans, on observe une perte musculaire de 6 à 13 % par décennie, en fonction de la composante musculaire concernée (p. ex. force maximale ou force explosive) [13]. Cela se répercute également sur la fréquence des chutes (figure 2). Une faible musculature des membres inférieurs multiplie par cinq le risque de chute [15]. Jusqu'à 50 % des chutes sont dues à des facteurs intrinsèques, en fonction du groupe d'âge et du sexe [16].

La vitesse de marche diminue également avec l'âge. Lauretani et al. ont constaté que la vitesse de marche mesurée sur une distance de 4 mètres diminue progressivement avec l'âge. Chez les hommes comme chez les femmes, l'ampleur de la détérioration par année augmente avec l'âge. Parallèlement, le pourcentage de sujets déclarant ne pas être capables de marcher 1 km sans s'arrêter augmente avec l'âge et, dans tous les groupes d'âge, il est plus élevé chez les femmes que chez les hommes (figure 3) [17].

### Recommandations d'entraînement pour les personnes âgées

Comment peut-on donc lutter contre le vieillissement? La seule chose dont l'efficacité est prouvée est l'exercice physique. L'«American College of Sports Medicine» et l'«American Heart Association» donnent les recommandations suivantes pour l'activité physique et la santé chez les personnes âgées [18]:

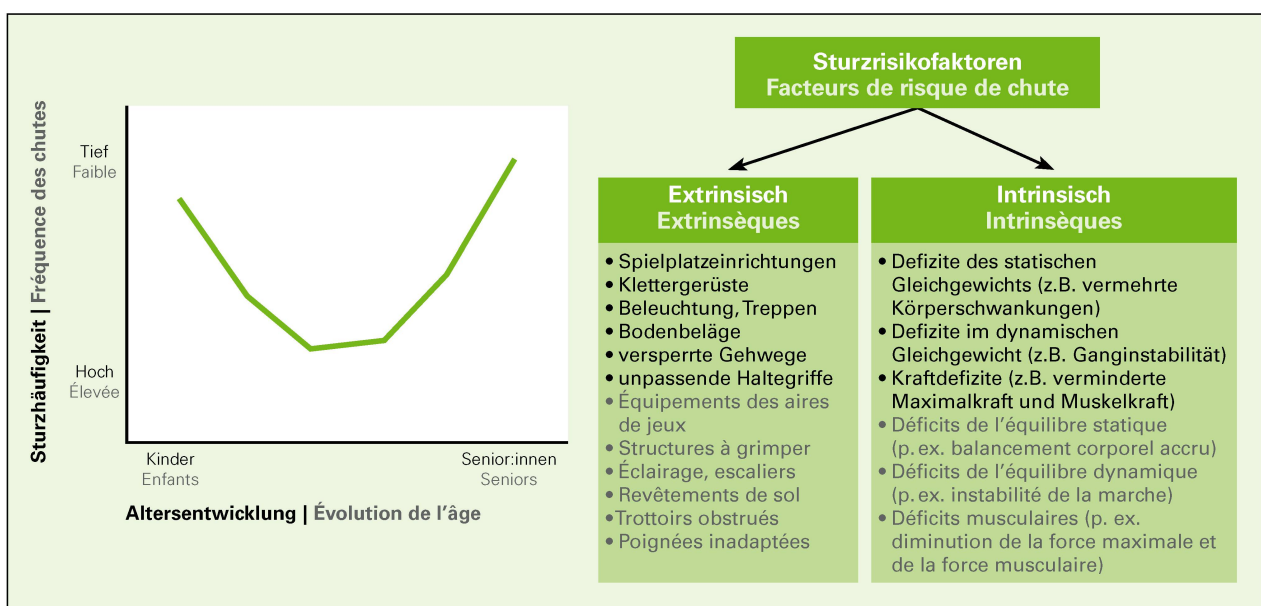


Abbildung 2: Sturzhäufigkeit und Risikofaktoren. Eigene Darstellung nach [14]. | Figure 2: fréquence des chutes et facteurs de risque. Représentation inspirée de [14].



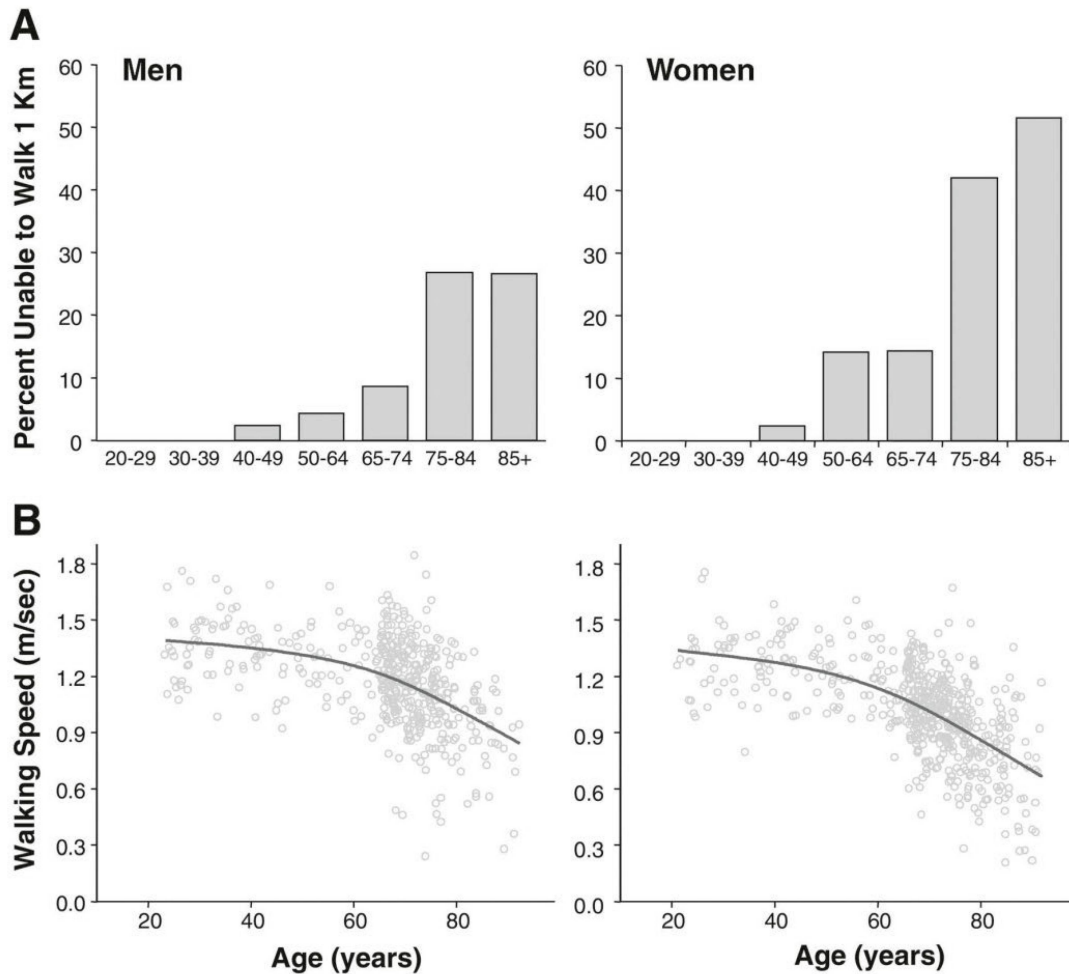


Abbildung 3: Altersbedingte Unterschiede in der Gehfähigkeit. A: Prozentsatz der Männer und Frauen, die angaben, nicht in der Lage zu sein, 1 km zu gehen, ohne dabei anzuhalten und ohne körperliche Beschwerden zu bekommen, aufgeschlüsselt nach Altersgruppen. B: Zusammenhang zwischen Alter und gemessener Gehgeschwindigkeit (über eine 4-m-Strecke) bei Männern und Frauen in Form von Streudiagrammen [17]. | Figure 3: différences dans l'aptitude à la marche en fonction de l'âge. A: pourcentage d'hommes et de femmes ayant déclaré ne pas être capables de marcher 1 km sans s'arrêter et sans ressentir de gêne physique, par groupe d'âge. B: relation entre l'âge et la vitesse de marche mesurée (sur une distance de 4 m) chez les hommes et les femmes, sous forme de diagrammes de dispersion [17].

Dabei ist es wichtig zu betonen, dass schon jede Aktivität hilft («Jeder Schritt zählt»).

Viele Studien zeigen deutlich, dass Krafttraining eine sehr effektive Strategie ist, um die Muskelgrösse und -kraft bei Älteren zu verbessern. Dabei gilt grundsätzlich, je intensiver (% des One-Repetition-Maximums [1RM<sup>4</sup>]), desto effektiver [19] und je grösser das Trainingsvolumen (Anzahl Übungssets pro Trainingseinheit), desto grösser auch die Effekte auf die fettfreie Masse [20].

Law et al. empfehlen Senior:innen, zwei- bis dreimal pro Woche ein 30- bis 60-minütiges Ganzkörper-Krafttraining zu absolvieren. In den ersten ein bis zwei Wochen sollen sie nur einen Satz pro Übung machen und danach auf drei Sätze steigern. Zwischen den Sätzen soll eine ein- bis zweiminütige

- 150 minutes d'activité physique modérée ou 75 minutes d'activité physique soutenue (épisodes de 10 minutes) par semaine;
- entraînement de l'équilibre (trois fois par semaine);
- entraînement de la force et de la flexibilité (respectivement deux fois par semaine).

Il est important de souligner que toute activité est bénéfique («chaque pas compte»).

De nombreuses études montrent clairement que la musculation est une stratégie très efficace pour améliorer la taille et la force des muscles chez les personnes âgées. En principe, plus l'entraînement est intense (% de l'One-Repetition Maximum [1RM<sup>4</sup>]), plus il est efficace [19] et plus le volume

<sup>4</sup> Das Einwiederholungsmaximum steht für das maximale Gewicht, das eine Person nur einmal in einem definierten Bewegungsbereich bewegen kann.

<sup>4</sup> Le One-Repetition-Maximum représente le poids maximal qu'une personne peut déplacer une seule fois dans une zone de mouvement définie.

Pause eingelegt werden. Im Verlauf des Trainings sollte die Intensität wenn möglich bis zu «hochintensiv» gesteigert werden. Die Anzahl Wiederholungen gilt es an die gewählte Intensität anzupassen. So entsprechen beispielsweise 70 bis 85 % des 1RM etwa 10 bis 15 Wiederholungen pro Satz [21]. Es gibt zudem Evidenzen, dass ein Krafttraining mit niedrigeren als den allgemein empfohlenen Belastungsintensitäten ausreichen kann, um bei älteren Menschen einen erheblichen Zuwachs an Muskelkraft zu erzielen. Dies, sofern eine ausreichende Anzahl von Wiederholungen durchgeführt wird [22].

### Es ist nicht zu spät

Dass sich auch im Alter von den positiven Effekten des Krafttrainings profitieren lässt, zeigt eine Studie von 1990. Zehn Heimbewohner:innen im Alter von 86 bis 96 Jahren absolvierten acht Wochen lang ein hochintensives Krafttraining mit konzentrischer und exzentrischer Muskelkontraktion gemäss den Standard-Rehabilitationsprinzipien. Die Forscher:innen setzten die Belastung für die erste Woche auf 50 % des anfänglich gemessenen 1RM fest. Dreimal pro Woche führten die Proband:innen pro Bein je drei Sätze mit acht Wiederholungen aus. Jede Bewegung sollte sechs bis neun Sekunden dauern mit ein bis zwei Sekunden Pause dazwischen. Die Ruhezeit zwischen den Sätzen betrug ein bis zwei Minuten. In der zweiten Woche, oder je nach Befinden, wurde die Belastung auf 80 % des anfänglich festgelegten 1RM erhöht. Nach den acht Wochen zeigte sich, dass die Kraft des Quadrizeps mit der Gehgeschwindigkeit korrelierte: Je stärker der Muskel, desto schneller konnten die Proband:innen gehen. Die Gehgeschwindigkeit verbesserte sich um fast 50 %, die Maximalkraft um 174 % und der Muskelquerschnitt um 9 % [23].

Weil mit zunehmendem Alter die Sturzrate steigt, empfiehlt sich für ältere Menschen nebst Kraft- auch Gleichgewichtstraining (*Abbildung 2*). Eine Meta-Analyse mit rund 90 Studien und knapp 20000 Teilnehmenden zeigte, dass sich die Sturzrate bei älteren Menschen durch Bewegung um 21 % verringert. Bei Trainingsprogrammen, die das Gleichgewicht herausforderten und mehr als drei Stunden Bewegung pro Woche beinhalteten, waren noch grössere Effekte feststellbar. Im Mittel gab es rund 40 % weniger Stürze [24].

### Fazit

Abschliessend lässt sich sagen, dass jede Bewegungschance im Alltag genutzt werden sollte, um den negativen physiologischen Veränderungen entgegenzuwirken. Denn körperliche Inaktivität beschleunigt diese. Umgekehrt kann dieser negative Prozess durch körperliche Aktivität verlangsamt oder rückgängig gemacht werden und somit funktionellen Einschränkungen im Alter entgegenwirken. Die Trainingsmöglichkeiten sind vielseitig – Treppensteigen, Exergames (*S. 17*) oder auch Fussballspielen. Wichtig ist, dass es sich um vielseitige und anspruchsvolle Übungen handelt und möglichst viele Komponenten wie Ausdauer, Gleichgewicht

d'entraînement est important (nombre de séries d'exercices par unité d'entraînement), plus les effets sur la masse maigre sont importants [20].

Law et al. recommandent aux seniors d'effectuer deux à trois fois par semaine un entraînement musculaire du corps entier d'une durée de 30 à 60 minutes. Pendant une à deux semaines, ils ne doivent effectuer qu'une seule série par exercice, puis passer à trois séries. Une pause d'une à deux minutes doit être observée entre les séries. Au cours de l'entraînement, l'intensité doit si possible être augmentée jusqu'à atteindre une «haute intensité». Le nombre de répétitions doit être adapté à l'intensité choisie. Par exemple, 70 à 85 % de la 1RM correspondent à environ 10 à 15 répétitions par série [21]. Il existe en outre des données probantes indiquant qu'un entraînement musculaire d'intensité inférieure à celle généralement recommandée peut suffire à obtenir une augmentation considérable de la force musculaire chez les personnes âgées, dans la mesure où un nombre suffisant de répétitions est effectué [22].

### Il n'est pas trop tard

Une étude réalisée en 1990 montre qu'il est possible de bénéficier des effets positifs de l'entraînement musculaire même à un âge avancé. Dix résident.e.s de maisons de retraite âgé.e.s de 86 à 96 ans ont suivi pendant huit semaines un entraînement musculaire de haute intensité, comprenant des contractions musculaires concentriques et excentriques, selon les principes de rééducation standard. Les chercheurs ont fixé la charge d'entraînement de la première semaine à 50 % de la 1RM mesurée initialement. Trois fois par semaine, les participant.e.s ont effectué trois séries de huit répétitions par membre inférieur. Chaque mouvement devait durer six à neuf secondes, avec une à deux secondes de pause entre les deux. Le temps de repos entre les séries était d'une à deux minutes. Au cours de la deuxième semaine, ou selon l'état de santé, l'effort a été augmenté à 80 % de la 1RM fixée initialement. Après huit semaines, il s'est avéré que la force des quadriceps était en corrélation avec la vitesse de marche: plus le muscle était fort, plus les participant.e.s pouvaient marcher vite. La vitesse de marche s'est améliorée de près de 50 %, la force maximale de 174 % et la section transversale du muscle de 9 % [23].

Le taux de chute augmentant avec l'âge, il est recommandé aux personnes âgées de pratiquer non seulement un entraînement musculaire, mais aussi un entraînement de l'équilibre (*figure 2*). Une méta-analyse portant sur environ 90 études et près de 20000 participant.e.s a montré que l'exercice physique réduisait de 21 % le taux de chute chez les personnes âgées. Des effets encore plus importants ont été constatés pour les programmes d'entraînement mettant l'équilibre à l'épreuve et comprenant plus de trois heures d'activité physique par semaine. En moyenne, le nombre de chutes a diminué de 40 % [24].

und Kraft trainiert werden. Gerade Krafttraining hat auch praktische Zusatzwirkungen: Es führt nicht nur zu höherer Muskel- und tieferer Fettmasse, sondern lässt ebenfalls die Insulinempfindlichkeit um bis zu 50 % steigern, wodurch das Risiko für Diabetes sinkt. Damit wirkt es ähnlich gut wie Medikamente in der frühen Diabetesbehandlung. Weiter ist die biomechanische Belastung beim Krafttraining für die Erhaltung der Knochendichte ideal. Krafttraining kann der mit dem Alter abnehmenden Knochendichte und dem damit einhergehenden erhöhten Frakturrisiko – beispielweise bei Stürzen – entgegenwirken. Es ist damit ähnlich wirksam wie eine Hormonersatztherapie bei älteren Frauen. |



**Prof. Oliver Faude**, Leiter des Lehr- und Forschungsbereichs Bewegungs- und Trainingswissenschaft am Departement für Sport, Bewegung und Gesundheit (DSBG) an der Universität Basel.

**Prof. Oliver Faude**, directeur de l'enseignement et de la recherche en sciences du mouvement et de l'entraînement au Département du sport, de l'activité physique et de la santé (DSBG) de l'Université de Bâle.

### Saisir chaque occasion de bouger

Pour conclure, on peut dire que chaque occasion de bouger au quotidien devrait être saisie pour contrecarrer les changements physiologiques défavorables. En effet, l'inactivité physique accélère ces changements. À l'inverse, l'activité physique peut ralentir ou inverser ce processus négatif, ce qui permet de lutter contre les limitations fonctionnelles liées à l'âge. Les possibilités d'entraînement sont multiples – monter les escaliers, jouer à des exergames (p. 17) ou encore au football. L'important est que ces exercices soient variés et exigeants et qu'ils permettent d'entraîner le plus grand nombre possible de composantes, comme l'endurance, l'équilibre et la force musculaire. Le renforcement musculaire a aussi des effets pratiques supplémentaires: il permet non seulement d'augmenter la masse musculaire et de réduire la masse grasseuse, mais aussi d'augmenter la sensibilité à l'insuline de 50 %, ce qui réduit le risque de diabète. Il est donc aussi efficace que les médicaments dans le traitement précoce du diabète. En outre, la charge biomécanique lors du renforcement musculaire est idéale pour maintenir la densité osseuse. Le renforcement musculaire permet de lutter contre la diminution de la densité osseuse avec l'âge et l'augmentation du risque de fracture qui en découle, par exemple en cas de chute. Son efficacité est donc similaire à celle de l'hormonothérapie substitutive chez les femmes âgées. |

### Literatur | Bibliographie

Die vollständige Literaturliste ist auf [www.physioswiss.ch](http://www.physioswiss.ch) > Mitgliederbereich > Zentralverband > Kommunikationsmittel > Physioactive publiziert. La bibliographie complète est publiée dans la section de téléchargement sur [www.physioswiss.ch](http://www.physioswiss.ch) > Pour les membres > Fédération centrale > Moyens de communication > Physioactive.

1. Heckman Gg. & McKelvie R. (2008). Cardiovascular Aging and Exercise in Healthy Older Adults. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine* 18(6):479-85.
2. Wilmoth J. M. & Ferraro K. F. (2006). *Gerontology: Perspectives and issues*.
3. McNeil C., Doherty T. J., Stashuk D. W. & Rice C. L. (2005). Motor unit number estimates in the tibialis anterior muscle of young, old, and very old men. <https://doi.org/10.1002/mus.20276>.
4. Wagner J., Knaier R., Infanger D., Arbeev K., Briel M., Dieterle T., Hansen H., Faude O., Roth R., Hinrichs T. & Schmidt-Trucksäss A. (2019). Functional aging in health and heart failure: the COMplete Study. <http://dx.doi.org/10.1186/s12872-019-1164-6>.
5. Seals D., Justice J. & LaRocca T. (2016). Physiological geroscience: targeting function to increase healthspan and achieve optimal longevity. *J Physiol*.
6. Butler-Browne G., Mouly V., Bigot A., & Trollet C. (2018). How muscles age, and how exercise can slow it. <https://www.the-scientist.com>.
7. Kadi F. & Thornell L.E. (2000). Concomitant increases in myonuclear and satellite cell content in female trapezius muscle following strength training. *Histochem Cell Biol*.
8. Zhang R., Wang Y., Ye K., Picard M., & Gu Z. (2017). Independent impacts of aging on mitochondrial DNA quantity and quality in humans. *BMC genomics*.
9. Tezze C., Romanello V., Desbats M. A., Fadini G. P., Albiero M., Favaro G. & Sandri M. (2017). Age Associated Loss of OPA1 in Muscle Impacts Muscle Mass, Metabolic Homeostasis, Systemic Inflammation, and Epithelial Senescence Cell metabolism.
10. Carnio S., LoVerso F., Baraibar M. A., Longa E., Khan M. M., Maffei M. & Sandri M. (2014). Autophagy impairment in muscle induces neuromuscular junction degeneration and precocious aging. *Cell reports*. 8 (5), 1509-1521.
11. Zylka-Menhorn, V. (2009). Nobelpreis für Medizin: Einblicke in die Biologie der Chromosomen. *Deutsches Ärzteblatt*. <https://www.aerzteblatt.de/archiv/66248/Nobelpreis-fuer-Medizin-Einblicke-in-die-Biologie-der-Chromosomen>.
12. Werner C., Fürster T., Widmann T., Pöss J., Roggia C., Hanhoun M., Scharhag M., Büchner N., Meyer T., Kindermann W., Haendeler J., Böhm M. & Laufs U. (2009). Physical exercise prevents cellular senescence in circulating leukocytes and in the vessel wall. *Circulation*. Vol. 20, No. 24. 2438-47. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.109.861005>.
13. Lichtenstein E., Wagner J., Knaier R., Infanger D., Hinrichs T., Schmidt-Trucksäss A. & Faude O. (2022). Norm Values of Muscular Strength Across the Life Span in a Healthy Swiss Population: The COMplete Study. *Sports Health*. In press.
14. Granacher U., Muehlbauer T., Gollhofer A., Kressig R. W. & Zahner L. (2011). An Intergenerational Approach in the Promotion of Balance and Strength for Fall Prevention – A Mini-Review. <https://doi.org/10.1159/000320250>.
15. Rubenstein LZ (2006). Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing*. 35(Suppl 2):ii37–41.