



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**Laboratory of Exercise and Health**  
**Department of Health Sciences and Technology**

ETH Zurich  
Prof. Dr. Katrien De Bock  
Head of the Laboratory of Exercise and Health  
SLA C7  
Schorenstrasse 16  
8603 Schwerzenbach (Zürich)

Phone +41 44 655 7389  
Katrien-debock@ethz.ch  
www.musec.ethz.ch

Zürich, 20. Juni 2018

**Prof. Katrien De Bock**

## **Walking is medicine**

**Studie gesundheitliche Auswirkungen des Wanderns**

# 1. Die positiven körperlichen Auswirkungen des Wanderns

## Wandern wirkt wie Medizin!

### 1.1. Wandern ist eine moderate bis intensive Form des Ausdauertrainings

Wandern wird als moderate bis intensive Ausdauersportart eingestuft. Die entstehende körperliche Herausforderung wird durch verschiedene Faktoren bestimmt, wie die Art des Wanderpfads oder die körperliche Fitness des Wanderers. Beispielsweise stellen Wanderrouten mit einer grossen Steigung im Allgemeinen eine höhere körperliche Anstrengung dar, wobei gut trainierte Wanderer diese Route als mässig intensiv empfinden. Es ist wichtig zu wissen, dass auch eine niedrige Bewegungs- und Trainingsintensität zu positiven Anpassungen führt, welche die Gesundheit fördern. Man weiss heute, dass sich körperliche Bewegung tatsächlich auf fast alle Krankheiten positiv auswirkt. Das Konzept «Bewegung wirkt wie Medizin» hat sich mittlerweile durchgesetzt. Während wenig Forschung existiert, die sich nur auf das Wandern fokussiert, ist trotzdem klar, dass die positiven Auswirkungen des Wanderns weit über die Steigerung der körperlichen Fitness hinausgehen. Wandern wird mit der Verbesserung von verschiedenen Krankheitsparametern in Zusammenhang gebracht, von welchen wir einige in diesem Text erklären werden. Für interessierte Leser, welche mehr über das Thema erfahren möchten, haben wir Verweise für relevante wissenschaftliche Literatur in den meisten Abschnitten eingebunden [1], [2].

Wandern wirkt also wie Medizin und generell gilt die Regel, dass es immer besser ist, auf eine Wanderung zu gehen, als auf dem Sofa zu sitzen.

Obwohl in dieser Broschüre die positiven Auswirkungen des Wanderns auf verschiedene Erkrankungen dargestellt werden, ist es ratsam und stets eine gute Idee, sich an einen Facharzt zu wenden, bevor regelmässige Wanderausflüge unternommen werden.

### 1.2. Anpassungen der Atmung durch das Wandern

Während einer Wanderung ist eine erhöhte Sauerstoffzufuhr zur Muskulatur erforderlich, um die nötige Energieproduktion zur Aktivierung der Muskulatur abzudecken. Gleichzeitig müssen Abfallprodukte der Energieproduktion, wie Kohlendioxid, aus den arbeitenden Muskeln und dem Körper ausgeschieden werden. Die Sauerstoffaufnahme sowie die Abgabe von Kohlendioxid erfolgt mittels Gasaustausch in der Lunge, genauer gesagt in den kleinsten Untereinheiten der Lunge, den sogenannten Alveolen (Lungenbläschen). Während des Trainings führt der erhöhte Sauerstoffbedarf und die Notwendigkeit zur Kohlendioxidfreisetzung zu einer gesteigerten Atemfrequenz (erhöhte Ventilation, auch Lungenbelüftung genannt) und einem höheren Atemvolumen (höheres Atemzugvolumen). Dies ermöglicht einen effizienten Austausch von Sauerstoff und Kohlendioxid zwischen der eingeatmeten Luft und dem Blut. Um diesen erhöhten Atmungsanforderungen gerecht zu werden, wird durch regelmässiges Wandern das Lungenvolumen vergrössert. Des Weiteren werden verschiedene Anpassungen in der Lunge hervorgerufen, wie z. B. eine Erhöhung der Anzahl kleiner Blutgefässe, welche die Alveolen umgeben, um einen effizienteren Sauerstoff- und Kohlendioxidaustausch zu ermöglichen. Ebenfalls gewinnen die zur Atmung benötigten Muskeln, wie das Zwerchfell und die Zwischenrippenmuskulatur, eine höhere

Ausdauerleistung. Dies ermöglicht eine tiefere und effizientere Atmung. Wichtig ist, dass die erhöhte Atmungsfrequenz und Atemzugtiefe während der Wanderung das Lösen von Schleim aus der Lunge verbessern und den Wanderer vor Atemwegsinfektionen schützen (s. unten) [3].

### 1.3. Kardiovaskuläre Anpassungen durch das Wandern

Ein wichtiger Indikator der Ausdauerleistung ist die maximale Sauerstoffaufnahme ( $VO_{2max}$ ) des Körpers, welche eine effiziente Energieproduktion in den arbeitenden Muskeln ermöglicht. Mit einem höheren  $VO_{2max}$  kann ein Wanderer länger ein mässig intensives Wandern durchführen, ohne Ermüdungserscheinungen zu zeigen. Ebenso kann eine Wanderung mit hoher Intensität gemacht werden, ohne dass eine zu hohe Menge an Laktat in den Muskeln produziert wird, was sonst den Stopp der Bewegung auslösen würde. Regelmässiges Wandern erhöht das  $VO_{2max}$  mittels mehrerer Mechanismen. Die wichtigste Veränderung, die zu einem gesteigerten  $VO_{2max}$  beiträgt, ist die Erhöhung des Herzminutenvolumens, welches aus einer Erhöhung der Herzfrequenz und des Blutvolumens, das pro Herzschlag (Schlagvolumen) in den Körper gepumpt wird, resultiert. Das Herzminutenvolumen ist die Menge an Blut, welche vom Herzen pro Minute in den Körper gepumpt wird. Diese Herzanpassungen sind nötig, um die erhöhte Sauerstoffaufnahme in der Lunge zu gewährleisten (s. Abschnitt 1.2) und damit den erhöhten Sauerstoffbedarf des Körpers zu decken. Diese Anpassungen sind aber auch notwendig, um den Sauerstoff zu den aktiven Muskeln zu bringen, da ein erhöhtes Herzminutenvolumen zu einer erhöhten Blutversorgung führt. Eine erhöhte Durchblutung während dem Wandern wird auch durch eine Vasodilatation erreicht, einer akuten Vergrösserung des Durchmessers der Blutgefässe, die den Sauerstoff von der Lunge zu den Muskeln transportieren. Regelmässiges Wandern führt deshalb zur langfristigen Senkung des Blutdrucks.

Wandern trägt zur Reduktion von Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei, indem es die kardiorespiratorische Fitness positiv beeinflusst (verbesserte Herzfunktion und Atmungsparameter). Interessanterweise sind die vom Wandern hervorgerufenen Effekte im Vergleich zu intensiveren Sportarten gleich gross. Jedoch kann eine Erhöhung der Laufdauer und -geschwindigkeit sich positiv auf die kardiovaskulären Parameter auswirken [4], [5].

### 1.4. Lokale Muskelanpassungen beim Wandern

Während des Wanderns müssen die aktiven Skelettmuskeln der unteren Extremitäten mehr Energie produzieren, um zu kontrahieren und die Muskeln benötigen daher eine höhere Sauerstoff- und Nährstoffzufuhr. Um den höheren Sauerstoffbedarf zu decken, profitieren die Muskeln vom erhöhten sauerstoffreichen Blut und der erhöhten Versorgung durch das grössere Herzminutenvolumen (s. Abschnitt 1.2&1.3). Die Energie, die für die Muskelkontraktionen benötigt wird, ATP genannt, wird durch den Abbau von Nährstoffen gewonnen. Die Nährstoffe können entweder während der Wanderung über verschiedene Nahrungsquellen aufgenommen, oder aus den körpereigenen Speichern entnommen werden. Die Energiegewinnung durch Nahrungsmittelabbau findet hauptsächlich in den Mitochondrien, den Energiestationen der Skelettmuskelzelle, statt.

Das Wandern, sowie jegliche andere Formen des aeroben Trainings, erhöht die Fähigkeit zur Energiegewinnung in den Mitochondrien, indem es die Anzahl der Mitochondrien und deren Effi-

zienz erhöht. Durch die Erhöhung der Anzahl von Blutgefäße, die Sauerstoff und Nährstoffe liefern, sowie auch durch die verbesserte Fähigkeit der Skelettmuskulatur den Sauerstoff aus dem Blut aufzunehmen und die Nährstoffe in den Muskel zu transportieren, führt regelmässiges Wandern zu einer Vielzahl von positiven Anpassungen im Muskel. Diese Anpassungen ermöglichen es dem Muskel länger zu trainieren und somit eine bessere Ausdauerkapazität zu erreichen.

Während regelmässiges Wandern zu einer erhöhten Zufuhr und effizienteren Nutzung von Nährstoffen führt, ändert es ebenfalls den bevorzugten Brennstoff zur Energiegewinnung in Richtung eines höheren Anteils von Lipiden (Fetten) gegenüber Kohlenhydraten (Zucker, z. B. Glukose). Das ermöglicht zusätzlich eine erhöhte Ausdauerleistung, da die Glykogenreserven im Muskel erhalten bleiben. In der Tat hat der Muskel sein eigenes Reservoir an Glukose in Form von Glykogen (das sind Glukosemoleküle, die miteinander verbunden sind). Diese Speicher aber sind begrenzt und sollten so lange wie möglich erhalten werden, da die Glykogenentleerung die Fähigkeit verringert, hoch intensive Anstrengungen auszuführen (beispielsweise einen kurzen, aber steilen Hügel hinaufzusteigen) und somit zur Ermüdung führt. Neben der veränderten Nährstoffnutzung erhöht regelmässiges Wandern den Aufbau von Muskelglykogenspeichern. Zusätzlich zur Glykogenschonung durch erhöhte Fettoxidation trägt auch die orale Aufnahme von Kohlenhydraten während der Wanderung zu dieser Schonung der Glykogenspeicher bei [6].

### 1.5. Anpassungen des Immunsystems nach dem Wandern

Das Immunsystem ist für die körpereigene Abwehr von Infektionen zuständig. Seit vielen Jahrzehnten wird davon ausgegangen, dass längere und intensivere Bewegung zu einer Immunsuppression führt (auch Immununterdrückung genannt). Der sogenannte Zeitraum des «offenen Fensters» würde die Anfälligkeit für Infektionen am ersten Tag nach dem Training erhöhen. Es stimmt zwar, dass viele Immunmarker im Blut durch die Bewegung beeinflusst werden, aber wir wissen mittlerweile, dass die meisten Beschwerden der oberen Atemwege nach dem Training nicht die Folge von Infektionen, sondern eher die Konsequenz von Asthma, Allergien oder lokalen Schädigungen der Lunge durch intensive Bewegung oder kalte Luft sind. Tatsächlich zeigt eine gleiche Anzahl an Forschungsergebnissen eine erhöhte Immunfunktion nach dem Training. Nach einer sehr langen und/oder intensiven Wanderung kann das erhöhte Infektionsrisiko meist durch eine ausreichende Kohlenhydratzufuhr und eine optimale Erholung mit ausreichend Schlaf ausgeglichen werden. Unvorbereitete mehrtägige Wanderungen, ungenügend Erholung zwischen zwei Wanderungen und Ermüdung sind mögliche Risikofaktoren für Infektionen. Auch wenn es noch unterschiedliche Meinungen über die akute Wirkung von Bewegung auf die Immunfunktion gibt, ist es klar, dass regelmässiges Wandern die Immunantwort verbessert und langfristig das Risiko für virale und bakterielle Infektionen senkt [7], [8].

### 1.6. Bewegung reduziert das Krebsrisiko

Es ist heute anerkannt, dass körperliche Aktivität in der Freizeit (einschliesslich Wandern!) das Risiko für Krebs (gilt für viele Krebsarten) senkt und die Chance auf einen Krebsrückfall verringert. Darüber hinaus haben präklinische Studien gezeigt, dass Bewegung das Tumor-

wachstum direkt beeinflussen, Nebenwirkungen von Therapien lindern und die Bildung von Metastasen hemmen kann. Die genauen Mechanismen, die der anti-tumor Wirkung von körperlicher Aktivität unterliegen, müssen noch weiter untersucht werden. Klar ist, dass Bewegung als Krebsmedikament an Bedeutung gewinnt. Neben den direkten Auswirkungen von Bewegung auf die Krebsbiologie, erhöht körperliche Aktivität die körperliche Fitness und die allgemeine Gesundheit von Krebspatienten. Sie reduziert die Müdigkeit, verbessert die Schlaf- und Lebensqualität und kann die Symptome von Depressionen bei Patienten mildern. Ebenso ist die Muskelmasse eines Patienten eng mit der Akzeptanz der Krebsbehandlung und dem Komplikationsrisiko während einer Operation verbunden. Jedoch haben Bewegungsstudien bei Krebspatienten zweideutige Resultate gezeigt, die möglicherweise auf Unterschiede im Trainingsprogramm zurückzuführen sind. Krebspatienten könnten nebst dem Wandern auch von zusätzlichem Krafttraining profitieren. Zukünftige Studien sollten untersuchen, ob sich dies tatsächlich auf das Behandlungsergebnis auswirkt.

Nebenbei bemerkt, hat eine kürzlich durchgeführte Studie gezeigt, dass körperliche Aktivität das Neuauftreten von Hautkrebs erhöht. Das könnte damit zusammenhängen, dass sich physische aktive Menschen mehr draussen im Freien bewegen und daher eine grössere Sonnenexposition haben. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit eines geeigneten Sonnenschutzes bei sportlichen Aktivitäten im Freien, wie dem Wandern [9], [10].

### 1.7. Adipositas und Übergewicht

Der Energieverbrauch beim Wandern übersteigt den Energieverbrauch im Ruhezustand um ein Vielfaches. Die genaue Menge an Energie, die verbraucht wird, ist abhängig von dem Gewicht, dem Training und der Geleistung einer Person, aber auch von der Schwierigkeit des Wanderweges und den Höhenänderungen. Durch die Erhöhung des Energieaufwands nimmt selbst bei Wanderungen mit geringer Intensität das Bauchfett (was zum metabolischen Syndrom beiträgt) ab und die Gewichtsabnahme wird gefördert. Darüber hinaus ist es vermutlich einfacher, eine effiziente Gewichtsabnahme durch reduzierte Nahrungsaufnahme zu erzielen. Dennoch ist bekannt, dass Bewegung, vorzugsweise in Kombination mit reduzierter Nahrungsaufnahme, eine nachhaltige Gewichtsabnahme gewährleistet. So ermöglicht das Wandern die Gewichtskontrolle über einen längeren Zeitraum. Auch wenn die Wechselwirkung zwischen Gewichtsabnahme und der Gesundheit sehr komplex ist, sollte hier erwähnt sein, dass übergewichtige Personen ihre Gesundheitsparameter unabhängig vom Körpergewicht durch Bewegung und Training signifikant verbessern können. Aus diesem Grund sollten sie zum Wandern ermutigt werden. Wichtig ist, dass sie sich nicht entmutigen lassen, wenn ihre Anstrengungen nur zu einer bescheidenen Gewichtsabnahme führen. Somit ist das regelmässige Wandern allein oder in Kombination mit anderen Trainingsformen eine angemessene Möglichkeit Gewicht zu verlieren, das Körpergewicht zu kontrollieren und Fettleibigkeit vorzubeugen [11], [12].

### 1.8. Wandern kann das metabolische Syndrom verbessern

Das metabolische Syndrom ist klinisch gekennzeichnet durch einen hohen Blutdruck, einen hohen Nüchtern-Blutzuckerspiegel, ein abnormales Cholesterinprofil (auch bekannt als Dyslipidämie, ein Zustand von reduziertem High-Density-Lipoprotein-Cholesterin (HDL-Cholesterin)

oder erhöhten Triglyzeriden) und eine abdominale Fettleibigkeit. Das metabolische Syndrom wird in Verbindung mit einem höheren Risiko für koronare Herzerkrankungen, oder gar einem Herzinfarkt gebracht, da sich in den Koronararterien Plaque bildet und diese dadurch verengt werden. Das Risiko ist viel höher, als wenn einzelne Zustände des metabolischen Syndroms unabhängig voneinander vorliegen. Mit aerobem Training, wie z.B. Wandern, kann man der Entstehung des metabolischen Syndroms vorbeugen oder auch einige Schlüsselparameter im Zusammenhang mit dem metabolischen Syndrom verbessern: Das Training verbessert den Cholesterinhaushalt und senkt den Triglyzeridspiegel, wodurch der Zustand der Dyslipidämie reduziert wird. Ausserdem sinken der Blutdruck (s. Abschnitt 1.3) und der Nüchtern-Blutzuckerspiegel [13], [14].

#### 1.9. Wandern verbessert die Insulinresistenz und schützt vor Typ-2-Diabetes

Körperliche Inaktivität ist ein führender Risikofaktor, der zu Typ-2-Diabetes (T2D) führt. Bei T2D produziert die Bauchspeicheldrüse nicht genug Insulin (oder gar kein Insulin). Dieser Zustand ist die langfristige Folge der Insulinresistenz, die Unfähigkeit des Körpers normal auf Insulin zu reagieren. Daraus folgt, dass Insulin die Glukoseaufnahme in den Muskel bei der Aufnahme von Kohlenhydraten nicht gewährleisten kann, was zu einer geringeren Glukose-/Glykogenverfügbarkeit im Muskel und zu höheren Glukosewerten im Blut führt. Neben einem möglichen genetischen Faktor, welcher einige Personen für die Entwicklung von Insulinresistenz und T2D besonders anfällig macht, sind auch körperliche Inaktivität und eine ungesunde Ernährung Schlüsselfaktoren für deren Entwicklung. Zusätzlich zur vorbeugenden Wirkung gegen Insulinresistenz führt regelmässiges Wandern zu einer erhöhten und verbesserten Reaktivität der Muskulatur auf Insulin und damit zu einer Verminderung der Insulinresistenz. Darüber hinaus ist es sehr wichtig zu wissen, dass die Glukoseaufnahme in den Muskeln während des Trainings kein Insulin benötigt, also insulinunabhängig ist. Daher kann das Wandern die Glukoseaufnahme auch bei insulinresistenten Wanderern verbessern.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass Bewegung alleine die Glukoseaufnahme selbst beim Vorhandensein von Insulinresistenz oder T2D verbessert. Tatsächlich ist dies der Hauptgrund, wieso Patienten mit Insulinresistenz dazu aufgefordert werden, nach den Mahlzeiten spazieren zu gehen. Eine letzte Bemerkung betrifft die Anwender von externem Insulin oder Insulin Sekretagonen: Um Hypoglykämie (d. h. einen abnormal tiefen Blutzuckerwert) vorzubeugen, ist es wichtig, entweder die Dosierung vor langen Wanderungen zu reduzieren oder Kohlenhydrate vor und während des Wanderns zu konsumieren. Wir empfehlen diesen Personen dringend, sich vor dem Wandern an einen Arzt zu wenden, um eine persönliche Betreuung zu erhalten [15], [16].

#### 1.10. Das Altern und die damit verbundenen körperlichen Veränderungen

Mit zunehmendem Alter kann die Fähigkeit zum Wandern durch einen Kraftverlust der unteren Extremitäten aufgrund eines altersbedingten Verlusts von Muskelmasse, auch Sarkopenie genannt, beeinträchtigt sein. Die genauen Mechanismen, welche der Sarkopenie zugrunde liegen, sind noch nicht bekannt, aber es ist klar, dass eine reduzierte körperliche Aktivität eine wichtige Rolle spielt. Zusätzlich zur geringeren Muskelmasse nimmt die Leistungsfähigkeit für

längere Wanderungen und das  $VO_{2max}$  (beachte Abschnitt 1.3 zur Verdeutlichung) altersbedingt ab. Gründe dafür sind ein kleineres Herzzeitvolumen, aber auch eine verminderte Fähigkeit, den Sauerstoff aus dem Blut in den Muskel zu befördern, wegen einer Verdickung von Blutgefässen und einer Verminderung der Kapillargefässe im Muskelgewebe. Die altersbedingte Verminderung der Ausdauerleistung kann durch regelmässige körperliche Aktivität weitgehend verhindert oder zu einem grossen Teil umgekehrt werden. Auch ältere Menschen profitieren von regelmässiger Bewegung und gezieltem Training! Das Wandern bietet nicht nur mechanische Reize zur Minderung oder Umkehrung der Sarkopenie, sondern liefert auch einen aeroben Trainingseffekt zur Verbesserung des  $VO_{2max}$ . Darüber hinaus gibt es immer mehr Hinweise darauf, dass regelässige Bewegung die kognitiven Funktionen durch Neurogenese und Neuroplastizität erhält und für Patienten mit neurodegenerativen Erkrankungen, wie Parkinson, von Vorteil sein kann [17], [18].

#### 1.11. Wandern kann das Risiko für Knochenbrüche bei Osteoporose reduzieren

Osteoporose ist eine Krankheit, die durch den Verlust von Knochenmasse und veränderter Knochengewebsarchitektur gekennzeichnet ist. Sie führt zu einer erhöhten Knochenbrüchigkeit und einem erhöhten Frakturrisiko. Mehr als 90 % der Hüft- und Handgelenksfrakturen sind die Folgen von Stürzen. Klar ist, dass regelmässiges Gehen, vorzugsweise in Kombination mit einigen anderen Übungen, welche die Balance fördern, das Sturzrisiko und somit Frakturen vermindert. Ob das Wandern selbst auch den Verlust von Knochenmasse und -qualität verhindert, ist noch unklar. Bei Frauen nach der Menopause, welche häufig Osteoporose entwickeln, konnte die Knochenmasse im Hüftknochen wirksam durch das Gehen stabilisiert werden. Wanderungen mit hoch anspruchsvollen Abschnitten, wie z. B. Bergabgehen, aber vor allem Widerstands- und Krafttraining, haben vielversprechende Ergebnisse gezeigt. Dennoch sind die beobachteten Effekte relativ gering. Während der Verlust von Knochenmasse während dem Altern unvermeidlich scheint, ist der Einsatz von Gewichtstraining zur Entwicklung eines starken Skeletts während der Kindheit klar der beste Weg, um Osteoporose im späteren Alter vorzubeugen. Also motivieren Sie Ihre Kinder, Sie bei den Wanderungen zu begleiten. Lassen Sie die Kinder von Stein zu Stein springen und den Hügel hinunter rennen – dies sind ideale Belastungsübungen, die die Bildung von starken und strukturell hoch-qualitativen Knochen fördert [19], [20].

#### 1.12. Arthrose

Arthrose ist eine häufige Ursache für Muskel-Skelett Schmerzen und Beeinträchtigungen. Es ist die Folge von Knorpelabbau in den Gelenken, welcher zu Entzündungen, Schwellungen und Beeinträchtigung des Gelenks führt. Gehen reduziert die Schmerzen und die Beeinträchtigungen und verbessert somit die Funktionalität bei Patienten mit Knie- und Hüftarthrose. Auch einige Experten weisen darauf hin, dass das Gehen das Fortschreiten der Arthrose verlangsamen könnte, jedoch sind weitere Studien erforderlich, um dies zu beweisen (oder zu widerlegen) [21].

### 1.13. Wandern und die psychische Gesundheit

Regelmässige körperliche Aktivität verbessert das Wohlbefinden, das Selbstwertgefühl und verringert Angstzustände. Selbst kurze Spaziergänge oder Wanderungen können Ängste vermindern und die Stimmung für mehrere Stunden verbessern. Wie das Wandern das geistige Wohlbefinden verbessern kann, ist weniger klar und reicht von der Verbesserung sozialer Interaktionen bis hin zu körperlichen Effekten, die durch das Wandern hervorgerufen werden können. Zum Beispiel sind die Endorphinwerte im Körper erhöht, weshalb sich ein Gefühl von Glück einstellt und die Schmerzgrenze sinkt. Wandern hat auch positive Auswirkungen auf die Stimmung als Aktivität im Freien: Bergwandern im Freien senkt Müdigkeits- und Angstgefühle und führt zu einem stärkeren Gefühl von Revitalisierung und positivem Engagement.

Auch die Vorteile von körperlicher Aktivität bei Depression ist allgemein anerkannt. Ähnlich wie bei vielen Antidepressiva verbessert Bewegung das Neurotransmittergleichgewicht im Gehirn. Interessanterweise haben neuere Studien gezeigt, dass der trainierende Muskel Faktoren absondern kann, die von stressbedingten Depressionen schützen. Aus diesen Gründen wird Bewegung oft als Therapie verschrieben [22], [23].

### 1.14. Die Höhenlage

Wanderungen in mässiger Höhe (>2000m bis 3000m) oder höher werden von einem reduzierten Sauerstoffdruck begleitet, was akute körperliche Anpassungen wie Hyperventilation zur Deckung des Sauerstoffbedarfs hervorruft und eine verminderte Fähigkeit zur maximalen Sauerstoffaufnahme bewirkt (vermindertes  $VO_{2max}$ ; s. Abschnitt 1.3). Um die verringerte Sauerstoffverfügbarkeit in der Umgebungsluft auszugleichen, werden die Herzfrequenz und das Herzzeitvolumen erhöht. Nach zwei Wochen Höhenexposition steigt die Hämoglobinmasse an (der Blutfarbstoff der roten Blutkörperchen, welcher Sauerstoff transportiert), was einen erhöhten Sauerstofftransport und eine gesteigerte Trainingsleistung gewährleistet[24].

## 2. Empfehlungen

Die Empfehlungen des American College of Sports Medicine (ACSM, der grössten Sportmedizin- und Trainingsorganisation der Welt) und der Weltgesundheitsorganisation besagen, dass die körperliche Betätigung insgesamt 150 Minuten (oder mehr) pro Woche betragen sollte, um einen gesunden Lebensstil zu erreichen. Es ist möglich, dieses Ziel während einer einzigen Wanderung zu erreichen. Empfehlenswerter ist es aber, sich im Alltag etwas zu bewegen (30 Minuten zu Fuss gehen). Bei anstrengenderen Wanderungen wird eine Gesamtdauer von  $\geq 75$  Minuten pro Woche empfohlen, um die genannten gesundheitlichen Vorteile zu erreichen. Es liegt auf der Hand, dass ein gesunder aktiver Lebensstil (tägliches Gehen, Radfahren oder Treppensteigen anstelle des Aufzugs) in Kombination mit aktivem Wandern zusätzliche Gesundheitsnutzen mit sich bringt [1]!

### 3. Hat Wandern Nebenwirkungen?

Im Allgemeinen sind die positiven gesundheitlichen Auswirkungen jeglicher körperlicher Aktivität im Vergleich zu ihren Nebenwirkungen viel höher. Darüber hinaus führt das Wandern im Vergleich zu anderen sportlichen Aktivitäten zu einer sehr geringen Anzahl an Verletzungen. Aus diesem Grund kann Wandern als sicheres Mittel zur Förderung von Fitness und Gesundheit empfohlen werden. Muskel-Skelett-Verletzungen sind die häufigsten Verletzungen und damit der grösste Risikofaktor beim Wandern. Vielen dieser Muskel-Skelett-Verletzungen kann durch eine allmähliche Erhöhung der Wanderdauer und -intensität, sowie durch das Tragen von geeigneten Wanderschuhen vorgebeugt werden. Ebenso ist es wichtig, sich beim Wandern aufzuwärmen und leicht anzufangen und dann die Wanderintensität und den Schwierigkeitsgrad allmählich an den individuellen Fitnesslevel anzupassen. Wenn Sie sich erschöpft fühlen, wird eine Pause empfohlen. Dies beugt akuten und chronischen Verletzungen vor und reduziert das Sturzrisiko.

Exzentrische (den Muskel verlängernde) Aktivitäten, wie das Bergabwandern, können zu einem verzögerten Auftreten von Muskelkater aufgrund von Muskelschäden führen. Muskelkater führt zu einer kurzfristigen Muskelfunktionsstörung, fördert aber langfristige Trainingsanpassungen. Die Schmerzen treten in der Regel 1-2 Tage nach der körperlichen Aktivität auf, benötigen im Allgemeinen keine Behandlung und gehen schnell zurück.

Obwohl das Herzinfarktrisiko bei regelmässiger Bewegung deutlich sinkt, kann ungewohntes und intensives Training vor allem bei untrainierten und sesshaften Männern und Frauen mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen, akut einen Herzinfarkt und einen plötzlichen Herzstillstand auslösen. Obwohl die Vorteile von regelmässiger körperlicher Aktivität die Risiken eines akuten kardiovaskulären Ereignisses bei weitem überwiegen, kann bewegungsbedingten Ereignissen durch eine körperliche Kontrolle durch einen Arzt und die sorgfältige Beurteilung möglicher kardialer Symptome wie Brustschmerzen, erhöhte Ermüdung, Schwindelgefühl, Kopfschmerzen und/oder übermässige Kurzatmigkeit weiter vorgebeugt werden [1], [25], [26].

## Quellenangaben

- [1] C. E. Garber, B. Blissmer, M. R. Deschenes, B. A. Franklin, M. J. Lamonte, I. M. Lee, D. C. Nieman, and D. P. Swain, "Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise," *Med. Sci. Sports Exerc.*, vol. 43, no. 7, pp. 1334–1359, 2011.
- [2] S. Hanson and A. Jones, "Is there evidence that walking groups have health benefits? A systematic review and meta-analysis," *Br. J. Sports Med.*, vol. 49, no. 11, pp. 710–715, 2015.
- [3] S. K. Powers, J. Lawler, D. Criswell, S. Dodd, S. Grinton, G. Bagby, and H. Silverman, "Endurance-training-induced cellular adaptations in respiratory muscles," *J. Appl. Physiol.*, vol. 68, no. 5, pp. 2114–2118, May 1990.
- [4] C. J. Lavie, R. Arena, D. L. Swift, N. M. Johannsen, X. Sui, D. C. Lee, C. P. Earnest, T. S. Church, J. H. O'Keefe, R. V. Milani, and S. N. Blair, "Exercise and the cardiovascular system: Clinical science and cardiovascular outcomes," *Circ. Res.*, vol. 117, no. 2, pp. 207–219, 2015.
- [5] J. E. Manson, P. Greenland, A. Z. LaCroix, M. L. Stefanick, C. P. Mouton, A. Oberman, M. G. Perri, D. S. Sheps, M. B. Pettinger, and D. S. Siscovick, "Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women," *N. Engl. J. Med.*, vol. 347, no. 10, pp. 716–725, Sep. 2002.
- [6] B. Egan and J. R. Zierath, "Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation," *Cell Metab.*, vol. 17, no. 2, pp. 162–184, 2013.
- [7] J. P. Campbell and J. E. Turner, "Debunking the myth of exercise-induced immune suppression: Redefining the impact of exercise on immunological health across the lifespan," *Front. Immunol.*, vol. 9, no. April, p. 648, Apr. 2018.
- [8] J. Peake, O. Neubauer, N. P. Walsh, and R. J. Simpson, "Immune system recovery after exercise," *J. Appl. Physiol.*, vol. 122, pp. 1077–1087, 2017.
- [9] P. Hojman, J. Gehl, J. F. Christensen, and B. K. Pedersen, "Molecular mechanisms linking exercise to cancer prevention and treatment," *Cell Metab.*, vol. 27, no. 1, pp. 10–21, 2017.
- [10] S. C. Moore, I. M. Lee, E. Weiderpass, P. T. Campbell, J. N. Sampson, C. M. Kitahara, S. K. Keadle, H. Arem, A. B. De Gonzalez, P. Hartge, H. O. Adami, C. K. Blair, K. B. Borch, E. Boyd, D. P. Check, A. Fournier, N. D. Freedman, M. Gunter, M. Johannson, K. T. Khaw, M. S. Linet, N. Orsini, Y. Park, E. Riboli, K. Robien, C. Schairer, H. Sesso, M. Spriggs, R. Van Dusen, A. Wolk, C. E. Matthews, and A. V. Patel, "Association of leisure-time physical activity with risk of 26 types of cancer in 1.44 million adults," *JAMA Intern. Med.*, vol. 176, no. 6, pp. 816–825, 2016.
- [11] V. W. Barry, M. Baruth, M. W. Beets, J. L. Durstine, J. Liu, and S. N. Blair, "Fitness vs. fatness on all-cause mortality: A meta-analysis," *Prog. Cardiovasc. Dis.*, vol. 56, no. 4, pp. 382–390, 2014.
- [12] C. C. Curioni and P. M. Lourenço, "Long-term weight loss after diet and exercise: A systematic review," *Int. J. Obes.*, vol. 29, no. 10, pp. 1168–1174, 2005.
- [13] P. T. Katzmarzyk, A. S. Leon, J. H. Wilmore, J. S. Skinner, D. C. Rao, T. Rankinen, and C. Bouchard, "Targeting the metabolic syndrome with exercise: Evidence from the HERITAGE Family Study," *Med. Sci. Sports Exerc.*, vol. 35, no. 10, pp. 1703–1709, 2003.
- [14] K. Rennie, N. McCarthy, S. Yazdgerdi, M. Marmot, and E. Brunner, "Association of the metabolic syndrome with both vigorous and moderate physical activity," *Int. J. Epidemiol.*, vol. 32, no. 4, pp. 600–

606, Aug. 2003.

[15] S. R. Colberg, R. J. Sigal, B. Fernhall, J. G. Regensteiner, B. J. Blissmer, R. R. Rubin, L. Chasan-Taber, A. L. Albright, and B. Braun, "Exercise and Type 2 Diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement executive summary," *Diabetes Care*, vol. 33, no. 12, pp. 2692–2696, Dec. 2010.

[16] J. A. Hawley, "Exercise as a therapeutic intervention for the prevention and treatment of insulin resistance," *Diabetes. Metab. Res. Rev.*, vol. 20, no. 5, pp. 383–393, 2004.

[17] N. Garatachea, H. Pareja-Galeano, F. Sanchis-Gomar, A. Santos-Lozano, C. Fiuza-Luces, M. Morán, E. Emanuele, M. J. Joyner, and A. Lucia, "Exercise attenuates the major hallmarks of aging," *Rejuvenation Res.*, vol. 18, no. 1, pp. 57–89, 2015.

[18] K. M. Wisdom, S. L. Delp, and E. Kuhl, "Use it or lose it: multiscale skeletal muscle adaptation to mechanical stimuli," *Biomech. Model. Mechanobiol.*, vol. 14, no. 2, pp. 195–215, 2015.

[19] S. Karinkanta, M. Piirtola, H. Sievänen, K. Uusi-Rasi, and P. Kannus, "Physical therapy approaches to reduce fall and fracture risk among older adults," *Nat. Rev. Endocrinol.*, vol. 6, no. 7, pp. 396–407, 2010.

[20] S. J. Warden and R. K. Fuchs, "Exercise and bone health: optimising bone structure during growth is key, but all is not in vain during ageing," *Br. J. Sports Med.*, vol. 43, no. 12, pp. 885–887, Nov. 2009.

[21] S. R. E. Roddy, W. Zhang, M. Doherty, N. K. Arden, J. Barlow, F. Birrell, A. Carr, K. Chakravarty, J. Dickson, E. Hay, G. Hosie, M. Hurley, K. M. Jordan, C. McCarthy, M. McMurdo, S. Mockett, S. O'Reilly, G. Peat, A. Pendleton, "Evidence-based recommendations for the role of exercise in the management of osteoarthritis of the hip or knee--the MOVE consensus," *Rheumatology*, vol. 44, no. 1, pp. 67–73, Jan. 2005.

[22] R. Stanton and P. Reaburn, "Exercise and the treatment of depression: A review of the exercise program variables," *J. Sci. Med. Sport*, vol. 17, no. 2, pp. 177–182, 2014.

[23] M. Niedermeier, J. Einwanger, A. Hartl, and M. Kopp, "Affective responses in mountain hiking - A randomized crossover trial focusing on differences between indoor and outdoor activity," *PLoS One*, vol. 12, no. 5, pp. 1–18, 2017.

[24] P. U. Saunders, D. B. Pyne, and C. J. Gore, "Endurance training at altitude," *High Alt. Med. Biol.*, vol. 10, no. 2, pp. 135–148, 2009.

[25] P. D. Thompson, B. A. Franklin, G. J. Balady, S. N. Blair, D. Corrado, N. A. M. Estes, J. E. Fulton, N. F. Gordon, W. L. Haskell, M. S. Link, B. J. Maron, M. A. Mittleman, A. Pelliccia, N. K. Wenger, S. N. Willich, and F. Costa, "Exercise and acute cardiovascular events: Placing the risks into perspective: A scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology," *Circulation*, vol. 115, no. 17, pp. 2358–2368, May 2007.

[26] L. Stathokostas, O. Theou, R. M. D. Little, A. A. Vandervoort, and P. Raina, "Physical activity-related injuries in older adults: A scoping review," *Sport. Med.*, vol. 43, no. 10, pp. 955–963, 2013.