



Vorwissenschaftliche Arbeit

Thema

Entstehung und Behandlung von Muskelkrämpfen

Eingereicht von
Simon Hammerer

Klasse 8B

Betreuer
Prof. Elmar Baldauf

Bregenz, am 28.02.2021

**BG Bregenz, Blumenstraße
Blumenstraße 4, 6900 Bregenz**

Abstract

Muskelkrämpfe sind ein häufiges Problem in unserer Gesellschaft, das durch eine plötzliche, schmerzhaft und unwillkürliche Kontraktion eines Muskels oder einer Muskelgruppe gekennzeichnet ist. Diese können durch idiopathische- oder durch bekannte Ursachen ausgelöst werden. Meist wird durch eine Anamnese oder auch einer körperlichen Untersuchung der Auslöser gefunden. Obgleich die anstrengungsassoziierten Muskelkrämpfe am häufigsten sind und diese durch eine medizinische oder auch therapeutische Behandlung bekämpft werden, sind die Auslöser von idiopathischen Krämpfen oft noch nicht geklärt. So ist eine Behandlung aufgrund des fehlenden Wissensstands meist schwierig.

Der Kern dieser Arbeit beschäftigt sich mit der Entstehung eines Muskelkrampfes und dessen Behandlung und Prävention durch beispielsweise Medikamente, Hausmittel etc. Zudem wird der Aufbau der Skelettmuskulatur und die verschiedensten Arten von Krämpfen beschrieben.

Vorwort

Das Erarbeiten der einzelnen Kapitel dieser Arbeit hat mich immer wieder vor Probleme gestellt. Ob es nun etwa aufgrund der oftmals nicht vorhandenen Studienlage war, oder hinsichtlich der vielen nur im Englischen bestehenden brauchbaren Artikel.

Deshalb möchte ich mich besonders bei meinem Betreuungslehrer Prof. Elmar Baldauf und meinem Vater für die Hilfe bei der ein oder anderen Angelegenheit beziehungsweise Erklärung bedanken. Zudem bedanke ich mich auch bei der Physiotherapeutin Heidi Kennerknecht für das zur Verfügung stellen von einigen brauchbaren Materialien und bei Prof. Zoltan Huller für das Korrekturlesen dieser Arbeit.

Simon Hammerer

Langen bei Bregenz, am 28. Februar 2021

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	7
2.	Definition Muskelkrampf.....	8
3.	Physiologischer Ablauf der Muskelkontraktion	9
3.1	Definition eines Muskels	9
3.1.1	Einführung in die Muskulatur	9
3.1.2	Die Mechanik des Muskelgewebes.....	10
3.1.3	Der Aufbau des Muskelgewebes	10
3.1.4	Die Eigenschaften der Halte- und Bewegungsmuskulatur	12
3.2	Die Physiologie der Muskelkontraktion	12
3.2.1	Der Aufbau einer Muskelfaser	13
3.2.2	Das Sarkomer	13
3.2.3	Das Motoneuron.....	14
3.2.4	Der Ablauf einer Kontraktion.....	15
3.3	Die Physiologie der Energiebereitstellung	17
3.3.1	Die Bildung von ATP	17
3.3.2	Die Zellatmung.....	18
4.	Die Entstehung eines Muskelkrampfes	20
5.	Arten und Ursachen von Muskelkrämpfen	21
5.1	Die paraphysiologischen Muskelkrämpfe	21
5.1.1	Durch erhöhte körperliche Belastung.....	21
5.1.2	Während einer Schwangerschaft	22
5.1.3	Durch Alkoholkonsum.....	22

5.1.4	Bei Haltungsbelastungen	22
5.2	Die symptomatischen Muskelkrämpfe	24
5.2.1	Zentrales- und peripheres Nervensystem	24
5.2.2	Muskelerkrankungen	25
5.2.3	Krankheiten des Herzkreislaufsystems	25
5.2.4	Der Diabetes melitus	26
5.2.5	Die Lebererkrankungen	26
5.3	Die idiopathischen Krämpfe	27
5.3.1	Die idiopathischen nächtlichen Beinkrämpfe	27
5.3.2	Der Hypertonus (erhöhte Muskelspannung)	28
5.4	Fehlstellungen und Muskelkrämpfe	29
6.	Die Basisdiagnostik	30
7.	Die Therapie und die Vor- und Nachsorge	31
7.1	Das Dehnen	31
7.2	Die Mobilisation	31
7.3	Die Kräftigung und Stabilisation	31
7.4	Die Massage	32
7.5	Die Triggerpunktbehandlung	33
7.6	Die Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme	33
7.7	Die Behandlung mit Chininsulfat und Hydrochinin	34
8.	Die Schlüsselrolle von Magnesium	35
8.1	Einführung Magnesium	35
8.1.1	Die Wichtigkeit von Kalzium in Bezug auf Magnesium	35

8.1.2	Das Magnesium und das Kalium	36
8.2	Die Einnahme von Magnesium	36
8.2.1	Die intravenöse Behandlung	37
8.2.2	Die orale Einnahme	37
8.2.3	Die transdermale Aufnahme	38
9.	Die alternativen Hilfen und Mittel	40
9.1	Die Behandlung mit Kälte	40
9.2	Die krampflösenden Tees	40
9.3	Die ätherischen Öle	40
9.4	Senf	41
9.5	Bittersalz	41
10.	Fazit	42
	Literaturverzeichnis	43
	Abbildungsverzeichnis	48

1. Einleitung

Muskelkrämpfe sind bei vielen Menschen in unserer Gesellschaft bis in das hohe Alter ein Thema. Mit dieser schmerzhaften Problematik wird eigentlich jeder im Laufe des Lebens konfrontiert. Jedoch herrscht häufig eine gewisse Verunsicherung, wenn es um die Frage nach der Ursache und Behandlung geht. Es gibt nämlich viele Umstände wie ein Muskelkrampf ausgelöst wird. Diese sind nicht immer vom Gesundheitszustand einer Person abhängig. Normalerweise gibt es für einen Muskelkrampf immer einen Auslöser. Jedoch sind sich Experten bei der Festlegung auf eine spezifische Ätiologie oft noch uneinig.

Diese Arbeit beschäftigt sich daher auch mit der Thematik, wie ein Krampf im Inneren eines Muskels ausgelöst wird, und wie es dazu kommen kann. Ein weiterer Schwerpunkt beschreibt die verschiedenen Behandlungsmöglichkeiten eines Muskelkrampfes, insbesondere auch die Verwendung von Magnesiumpräparaten.

2. Definition Muskelkrampf

Ein Muskelkrampf ist laut Definition eine plötzliche, unwillkürlich auftretende Muskelkontraktion beziehungsweise eine Verkürzung eines Muskels oder einer Muskelgruppe.

Bei den Muskelkrämpfen werden drei Grundtypen unterschieden: die symptomatischen (meist durch eine neuronale Erkrankung verursacht), die idiopathischen (ohne erkennbare Ursachen) und die paraphysiologischen Krämpfe (mit Abstand am häufigsten vorkommend). Letztere zwei können bei gesunden Menschen unter bestimmten Bedingungen auftreten, so zum Beispiel in der Schwangerschaft oder bei erhöhter körperlicher Beanspruchung. Sie sind aber im Allgemeinen nur von kurzer Dauer (meist wenige Sekunden, gelegentlich Minuten und sehr selten Stunden), und haben keine Folgeschäden, obwohl sie während des Auftretens eine lähmungsähnliche Immobilität oder eine tastbare Muskelverhärtung aufweisen.

In der Regel sind Muskelkrämpfe auch auf einen Mangel gewisser Elektrolyte wie Natrium, Kalium oder Magnesium zurückzuführen.

(vgl. Graf et al., 2017)

3. Physiologischer Ablauf der Muskelkontraktion

In diesem Kapitel werden im Allgemeinen grundlegende Fragen zum Thema Aufbau und Kontraktion eines Muskels geklärt.

3.1 Definition eines Muskels

*„Als Muskeln bezeichnet man die kontraktile Organe des menschlichen Körpers, deren Aufgabe darin besteht, Teile des Körpers aktiv zu bewegen. Sie sind aus Muskelgewebe aufgebaut, einem der 4 Grundgewebe des menschlichen Körpers.“
(Graf, 2020)*

3.1.1 Einführung in die Muskulatur

Die Muskulatur weist generell drei Grundtypen auf:

- Die quergestreifte Muskulatur (Skelettmuskulatur)
- Das Herzmuskelgewebe
- Die glatte Muskulatur

In dieser Arbeit wird jedoch nur die quergestreifte Muskulatur behandelt. Bei dieser kommt es während der aktiven Bewegung des Körpers zu einem Wechsel zwischen Anspannung und Erschlaffung gewisser Muskelgruppen. Die Zellen der Skelettmuskulatur können dabei drei Eigenschaften aufweisen. Sie können auf Nervenreize reagieren, sie sind dehnbar und haben die Fähigkeit nach einer Dehnung oder Kontraktion in ihre ursprüngliche Form zurückzukehren.

Mittels dieser Fähigkeiten kann die Skelettmuskulatur verschiedene wichtige Aufgaben erfüllen. Neben der Bewegung des Körpers ermöglicht die quergestreifte Muskulatur auch die aufrechte Körperhaltung, auf welche der Mensch aufgrund einer kontinuierlichen Stimulation der Muskelzellen durch das zentrale Nervensystem nicht bewusst achten muss. Da nur ca. 45 % der Energie tatsächlich zur Muskelarbeit, zur Kontraktion selbst, verwendet wird, entsteht als „Abfallprodukt“ eigene Körperwärme. Bei Kälte, wenn etwa der Körper beispielsweise zu zittern beginnt, dient diese Muskelkontraktion sogar ausschließlich der Wärmeproduktion.

Gesamt werden etwa bis zu 85 % der Körperwärme durch Muskeln erzeugt. Dabei entfallen in Ruhe 20- 25 % des Energieumsatzes auf die Skelettmuskulatur. Mit einem Anteil von etwa 40 bis 50 % des Gesamtkörpergewichtes ist die Skelettmuskulatur zugleich das größte Organ des Menschen.

(vgl. Menche, 2003, Seite 93- 94); (vgl. Schmidt, 2001, Seite 29)

3.1.2 Die Mechanik des Muskelgewebes

Durch Zug auf die Sehnen, welche wiederum Zugkräfte auf die Knochen übertragen, an denen sie befestigt sind, erzeugen die Kontraktionen eines Muskels die Bewegungen. Um flüssige Bewegungen des Körpers garantieren zu können, ist das Zusammenspiel gegensätzlicher Muskeln erforderlich. Dabei führt der sogenannte Agonist (Spieler) eine bestimmte Bewegungsrichtung aus, während der Antagonist (Gegenspieler) für die entgegengesetzte Bewegungsrichtung verantwortlich ist. Ein Muskel kann so, je nach Bewegungsrichtung, sowohl Agonist als auch Antagonist sein. Wenn zum Beispiel der Unterarm gebeugt wird, zieht sich der *Musculus Biceps Brachii* (Armbeuger) zusammen (Agonist), während sich der Gegenspieler, der *Musculus Triceps Brachii* (Armstrecker) verlängern muss. Wird der Ellenbogen aber ausgestreckt, tauschen diese beiden Muskel die Rollen, und der Triceps wird zum Agonist und der Biceps zum Antagonist. Anmerkung: Beim Zusammenspiel dieser Bewegung sind darüber hinaus einige andere Muskeln, die Synergisten (Mitspieler), beteiligt. Auf diese wird in dieser Arbeit nicht näher eingegangen.

(vgl. Menche, 2003, Seite 94)

3.1.3 Der Aufbau des Muskelgewebes

Die quergestreiften Muskelfasern des Skelettmuskelgewebes sind von dem sogenannten Endomysium (feiner Bindegewebsmantel) umhüllt (siehe Abbildung 1). Durch die stärkeren Bindegewebssepten (Perimysium, eine in die Tiefe reichende Bindegewebsschicht) werden mehrere von diesen zu Muskelfaserbündeln zusammengefasst. Jeder dieser Muskel ist zudem von einer äußeren Bindegewebshülle (Epimysium) umgeben.

Diese hält mit einer Muskelfaszie (außen liegenden Hülle) den Muskel in seiner anatomischen Form zusammen.

„Zusammen mit Ausläufern von Perimysien und Endomysien setzt sich die Muskelfaszie am Muskelende als Sehne aus straffem kollagenem Bindegewebe (Proteine) fort, die dann in der Regel an einem Knochen ansetzt“ (Menche, 2003, Seite 95)

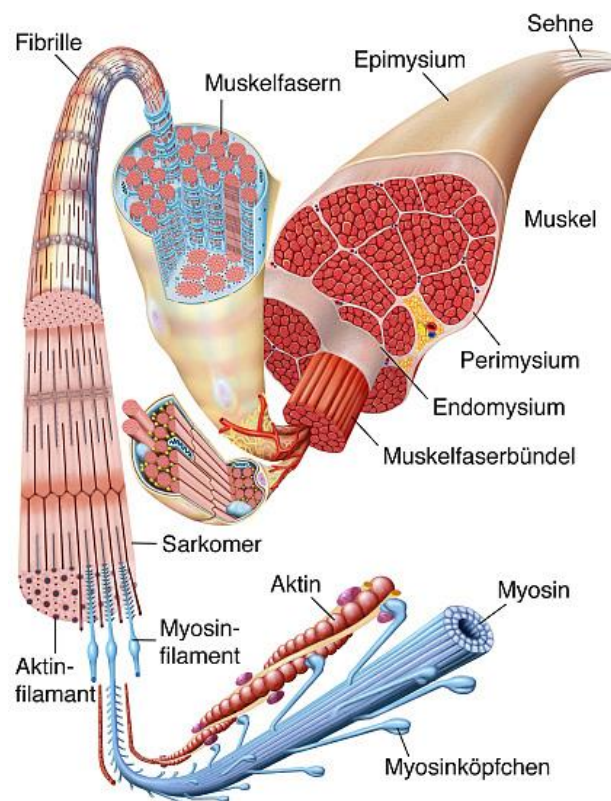


Abbildung 1: Aufbau der Muskulatur (Altersberger, 2018)

(vgl. Menche, 2003, Seite 94- 95)

3.1.4 Die Eigenschaften der Halte- und Bewegungsmuskulatur

Innerhalb der sogenannten extrafusalen Muskulatur (Arbeitsmuskulatur) wird zwischen Halte- und Bewegungsmuskeln unterschieden.

Die weiße Muskulatur, auch Bewegungsmuskulatur genannt, besteht im Gegensatz zu der roten Muskulatur, der Haltemuskulatur, aus überwiegend schnell zuckenden Muskelfasern (Zuckungsdauer ca. 30ms, rote Fasern ca. 100ms). Die weiße Muskulatur ist zudem für schnelle und kraftvolle Kontraktionen geeignet, woraus auch eine schnellere Ermüdung folgt. Indes sind die Muskelfasern der Haltemuskulatur auf Dauerleistungen ausgelegt und ermüden auch langsamer.

Weitere Eigenschaften der Bewegungsmuskulatur sind, dass sie im Gegensatz zu der roten Muskulatur weniger Myoglobin (ein Protein, wichtig für den intramuskulären Sauerstofftransport) als auch Mitochondrien in den Zellen haben (Mitochondrien sind ein Proteinkomplex, dieser produziert den universellen Energieträger ATP).

Während die Haltemuskulatur einen oxidativen Stoffwechsel aufweisen kann, arbeiten die Zellen der Bewegungsmuskulatur überwiegend anaerob (ohne Sauerstoff). Dazu kommt, dass die weiße Muskulatur deutlich geringer kapillarisiert (schlechtere Blutversorgung), als die rote Muskulatur. Da die Bewegungsmuskulatur zur Atrophie (Gewebeschwund) neigt, muss diese öfter gekräftigt werden. Die Haltemuskulatur hingegen tendiert oft zu einer Verkürzung, sie muss daher regelmäßig gedehnt werden.

(vgl. Schünke et al., 2005, Seite 40)

3.2 Die Physiologie der Muskelkontraktion

Um die verschiedenen Muskelkontraktionen, wie die konzentrische (dynamisch- positiv), die isometrische (statische) und die exzentrische (dynamisch- negative) Kontraktionen durchführen zu können, wird ein immer gleicher Ablauf im Inneren des Muskels benötigt.

3.2.1 Der Aufbau einer Muskelfaser

Aufgrund der länglichen und zylindrischen Form der Skelettmuskelzellen werden diese üblicherweise als Muskelfasern bezeichnet. Sie können im Vergleich zu anderen Körperzellen einen Durchmesser von bis zu 100 μm haben und eine Länge von bis zu 30 cm erreichen. Die Zellmembran der Muskelzelle wird als Sarkolemm (Muskelfaserhülle) bezeichnet.

Im Inneren der Faser sind Proteine in einer Struktur organisiert, diese werden auch Myofibrillen genannt. Jene beinhalten die sogenannten Sarkomere (kleinste funktionelle Einheit des Muskels), welche im Endeffekt für die Kontraktion der einzelnen Muskelfasern zuständig ist. (siehe Abbildung 1)

(vgl. Biga et al., kein Datum)

3.2.2 Das Sarkomer

„Das Sarkomer stellt funktionell betrachtet die kontraktile Einheit innerhalb des Muskels dar.“ (MedLexi, 2019)

In den Myofibrillen sind mehrere von diesen zu Ketten angeordnet. Diese bestehen aus den sogenannten Z- Scheiben, welche das Sarkomer an beiden Seiten enden lässt. Während der Muskel in einem entspannten Zustand ist, befindet sich das sogenannte A- Band, welches an beiden Seiten von einem I- Band abgegrenzt wird, in der Mitte des Sarkomers. (siehe Abbildung 2)

„Das Sarkomer ist aus zwei Arten von Filamenten aufgebaut: Einem Komplex aus Aktin und Tropomyosin sowie Fäden aus Myosin.“ (MedLexi, 2019)

Wobei sich das faserige Strukturprotein Tropomyosin um die vielen, nicht aneinander gereihten, kugelförmigen Aktinfilamente herumwinden. Das Myosinfilament besteht aus zwei Ketten, welche zusammen eine Spirale formen, an dessen Enden sich jeweils ein Myosinköpfchen befindet.

(vgl. MedLexi, 2019)

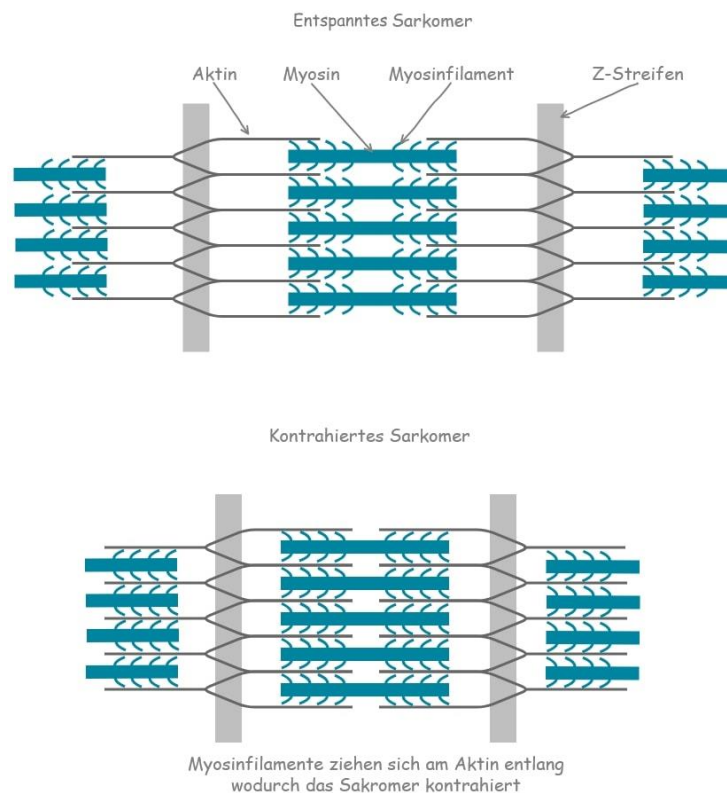


Abbildung 2: Das Sarkomer (Das Fitnessprogramm, 2020)

3.2.3 Das Motoneuron

Die Bewegungen der Muskeln werden durch Aktionspotenziale bestimmter Neuronen, die im Rückenmark sitzen, bestimmt. Deren Axone treten gebündelt aus den Rückenmarksegmenten auf und enden mit Verzweigungen im Muskel. Diese speziellen Neuronen nennt man Motoneurone, welche an den motorischen Endplatten (Synapse zur Muskelzelle) enden (siehe Abbildung 3). Jedes Aktionspotenzial eines Motoneurons löst an diesen Endplatten die exozytotische Freisetzung des Transmitters Acetylcholin aus. Je ein Motoneuron kann ein Muskel oder eine Muskelgruppe innervieren. Jedes einzelne Aktionspotenzial des Motoneurons lässt den Muskel kurz zusammenzucken und wieder entspannen. Wenn diese Neuronen mehrere Aktionspotenziale senden, so verschmelzen die Zuckungen zu einer andauernden Kontraktion. Diese anhaltende Muskelspannung wird Tonus genannt.

(vgl. Hanser und Scholtyssek , kein Datum)

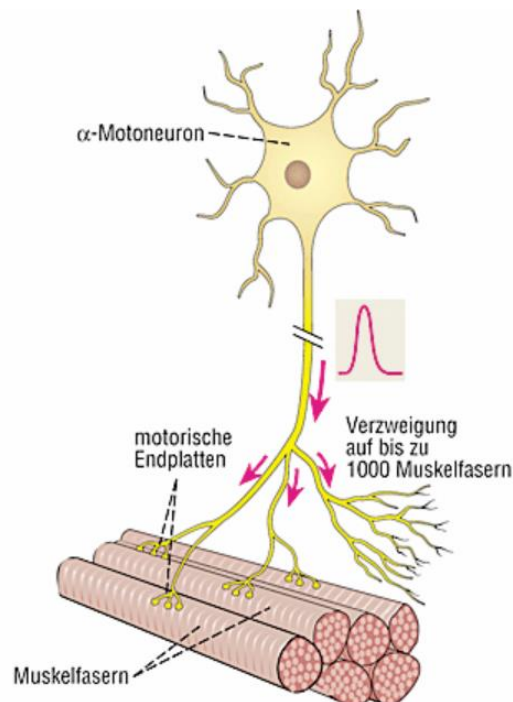


Abbildung 3: Das Motoneuron (Gerrer, kein Datum)

3.2.4 Der Ablauf einer Kontraktion

Um einen Muskel kontrahieren zu lassen, muss dieser vorerst von einem Motoneuron einen Reiz erhalten. Kommt es dann bei der motorischen Endplatte zu einer Erregung des Axons, werden Calciumionen freigesetzt, welche wiederum die Ausschüttung des Neurotransmitters Acetylcholin in den synaptischen Spalt bewirken. Daraufhin verbinden sich die Rezeptoren mit dem Neurotransmitter, was eine Veränderung der Durchlässigkeit des Sarkolemm (Hülle der Muskelfaser) für Natrium- und Kaliumionen auslöst, wodurch die Erregung des Neurons auf die Myofibrillen weitergeleitet wird. Dies bewirkt, dass die dort vorhandenen Aktinfilamente (lineare Proteinpolymere) tiefer zwischen die Myosinfilamente gleiten. Das Myosinköpfchen, welches sich am Ende des Filaments befindet, verbindet sich durch Kalzium mit dem Aktinfilament, wobei sich der Kopfteil unter ATP-Verbrauch vorbeibewegt. Dies würde dazu führen, dass die Aktinfilamente stärker zwischen die Myosinfilamente gezogen werden. Deshalb nähern sich die Z-Streifen einander, wodurch sich das Sarkomer verkürzt. Wenn also mehrere Myofibrillen gleichzeitig kontrahieren, hat dies eine Verkürzung des ganzen Muskels zur Folge (Muskelanspannung). Von der Ausschüttung des Neurotransmitters bis zur Kon-

traktion vergeht unter normalen Bedingungen eine Latenzzeit von etwa einer Millisekunde. Diese Erregung hält so lange an, bis Acetylcholin durch das Enzym Acetylcholinesterase gespalten wird. Um den Botenstoff für eine erneute Kontraktion bereitzustellen, werden zum Teil die Spaltprodukte im Axonende durch Zytosol wieder zusammengestellt.

(vgl. Menche, 2003, Seite 96- 97)

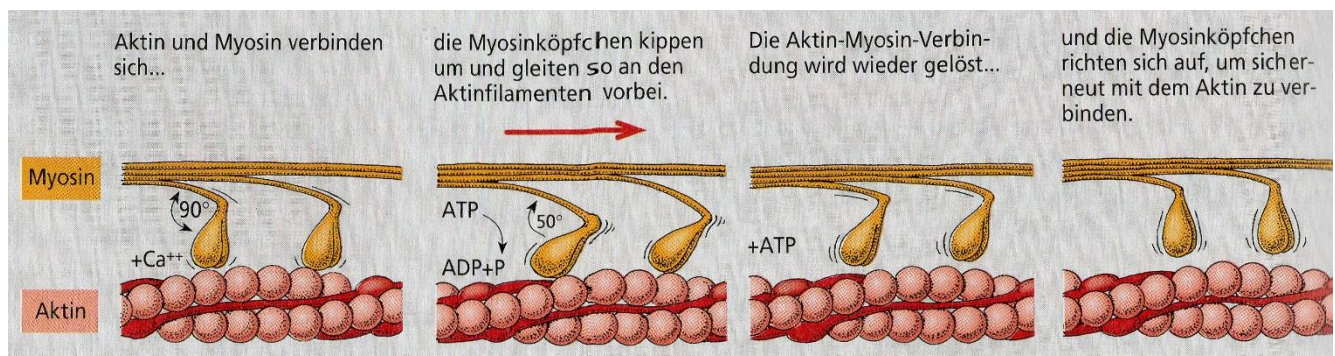


Abbildung 4: Ablauf einer Muskelkontraktion (Menche, 2003, Seite 96)

3.3 Die Physiologie der Energiebereitstellung

Ohne die gewissen Vorgänge, welche zur Energiegewinnung von ATP in der Zelle benötigt werden, könnten im menschlichen Körper jegliche lebenswichtige Funktionen, wie zum Beispiel der Stoffwechsel, die Zellerneuerung oder gar das Anspannen eines Muskels nicht mehr möglich sein.

3.3.1 Die Bildung von ATP

Um Energie in Form von Adenosintriphosphat (ATP) zu gewinnen, wird in den Mitochondrien (Kraftwerke einer Zelle) durch die Zellatmung Glukose (Zucker), Sauerstoff und Wasser zu Kohlenstoffdioxid und Wasser umgewandelt. Durch diesen Prozess wird Energie in Form von ATP frei. Jenes Molekül wird daraufhin von Enzymen zu einem Adenosindiphosphat (ADP) und einem einzelnen Phosphat (P) verarbeitet. Bei diesem Vorgang werden Energie und Wärme für beispielsweise eine Muskelkontraktion freigegeben.

Da in einer Muskelzelle dieser Prozess bei voller Belastung maximal zwei bis drei Sekunden anhält, werden das ADP und das einzelne Phosphat mit Hilfe des sich im Körper befindenden Kreatins wieder in ATP umgewandelt. Sollte eine Belastung wenige Minuten andauern, tritt der Vorgang der Glykolyse in Kraft. Hierbei werden Kohlenhydrate in Form von Glukosemolekülen (Zucker) zu ATP- Molekülen abgebaut. Bei jedem freigesetzten Zuckermolekül entstehen bei diesem anaeroben (ohne Sauerstoff) Ablauf je zwei ATP- Moleküle.

„Für Ausdauertraining, das länger als 2 Minuten andauert, geht die Glykolyse in die aerobe Energiegewinnung über, die nur mit Sauerstoff effektiv funktioniert. In den Mitochondrien werden bei der Zellatmung durch den Sauerstoff energiereiche Wasserstoffmoleküle von Kohlehydraten, Proteinen und Fetten abgespalten, die wiederum dafür sorgen, dass sich Phosphate an ADP binden und zu ATP werden.“ (Braineffect, 2018)

(vgl. Braineffect, 2018)

3.3.2 Die Zellatmung

Damit in Folge der biologischen Oxidation Glucose nicht nur in Wärme umgewandelt, sondern auch effektiv Energie in Form von ATP produziert werden kann, wird der Abbau in drei Teilbereiche unterteilt (siehe Abbildung 5),

- (1) Die Glykolyse
- (2) Der Zitronensäurezyklus
- (3) Die Atmungskette

(vgl. Hoffmeister und Ziegler, 2020)

3.3.2.1 Die Glykolyse, der Zitronensäurezyklus und die Atmungskette

Am Beginn des Bewegungsprozesses wird im Zuge der Glykolyse ein Glucosemolekül in den Mitochondrien zu zwei Pyruvat Molekülen abgebaut. Diese werden, wie auch die Fettsäuren und Aminosäuren, in der sogenannten mitochondrialen Matrix zu Azetyl-CoA („aktivierter“ Essigsäurerest) konvertiert.

Jenes hochenergetische Zwischenprodukt wird in Folge im Zitronensäurezyklus (auch Citratzyklus oder Krebszyklus genannt) in die beiden Bestandteile Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Wasserstoff geteilt. Das Kohlenstoffdioxidmolekül wird aus dem Mitochondrium und dem Zytoplasma ausgeschieden und gelangt durch die sich in der Blutbahn befindenden Erythrozyten (rote Blutkörperchen) in die Lungen. Dort wird es durch die Atmung ausgeschieden.

„Die Wasserstoffatome hingegen werden vom Sauerstoff noch im Mitochondrium oxidiert, wobei enorme Energiemengen frei werden.“ (Schmidt et al., 2017, Seite 17)

Mit Hilfe verschiedener Enzyme, welche in den Membransepten der Mitochondrien zur Verfügung stehen, wird in Folge dieses Prozesses das energiearme ADP zu einem ATP-Molekül verarbeitet. Darauf kann das neu produzierte ATP durch spezifische Transportmoleküle das Mitochondrium verlassen und ist nun für die verschiedensten Prozesse verfügbar.

(vgl. Schmidt et al., 2017, Seite 17)

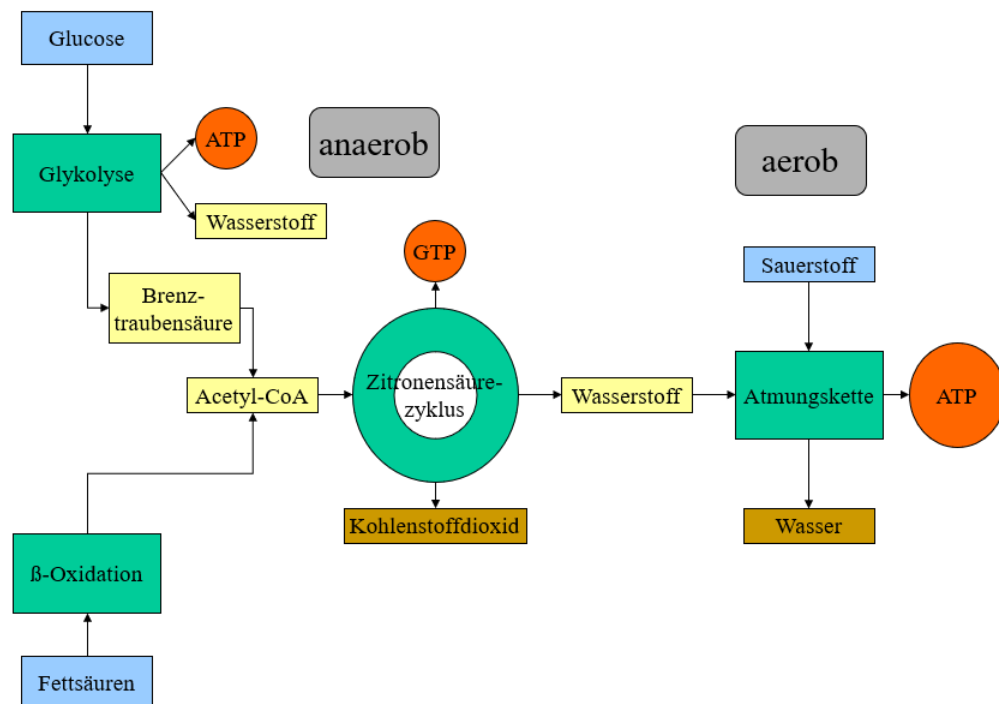


Abbildung 5: Zellatmung (Wischeropp, 2001)

4. Die Entstehung eines Muskelkrampfes

Sobald ein Muskel zur Kontraktion angeregt wird, setzt das sarkoplasmatische Retikulum Kalzium frei. Dadurch kann sich das Aktinfilament mit dem Myosinfilament verbinden. Damit aber die Muskelkontraktion überhaupt stattfinden kann, liefert das Myosinköpfchen Energie in Form von ATP. (siehe 3.2.4)

Das Mineral Kalzium spielt im menschlichen Körper eine wichtige Rolle bei der Wirkung von Nervenimpulsen. Sollte dieses Kalzium jedoch nicht gehemmt werden können, führt dies zu einem Anstieg des Kohlenstoffdioxidgehalts und so zu einem Mangel an Sauerstoff, wodurch es zu einer verminderten Produktion von ATP kommt. Wenn zu wenig Energie vorhanden ist, können sich die Myosinfilamente nicht mehr von den Aktinfilamenten lösen. Dadurch kann sich der Muskel nicht mehr entspannen, und es kommt infolgedessen zur Muskelverkrampfung.

(vgl. Tuff, 2014)

5. Arten und Ursachen von Muskelkrämpfen

Häufig treten normale Muskelkrämpfe an Zeitpunkten auf, an denen sich der Körper gerade in einer Ruhephase befindet, so etwa in der Nacht. Oft ohne eine erkennbare Ursache. Der Schmerz tritt zumeist in der Fuß- oder Wadengegend auf. Muskelkrämpfe, treten, ohne dass davor eine sportliche Aktivität durchgeführt wurde bei etwa einem Drittel der Bevölkerung auf und nehmen mit dem Alter zu.

Bei den Muskelkrämpfen unterscheidet man drei Haupttypen: die paraphysiologischen, die symptomatischen und die idiopathischen Muskelkrämpfe (Spasmus).

(vgl. awmf, 2016, Seite 4)

5.1 Die paraphysiologischen Muskelkrämpfe

Diese Art von Krämpfen wird durch eine Störung des Elektrolytgehaltes im Körper, so zum Beispiel in Folge von Überanstrengung oder im Rahmen Sportaktivitäten bei hohen Umgebungstemperaturen (Hitze), in der Schwangerschaft, bei erhöhtem Alkoholkonsum, Haltungsbelastung etc. ausgelöst.

5.1.1 Durch erhöhte körperliche Belastung

Muskelkrämpfe sind für viele Sportler keine Seltenheit. Besonders Fußballer klagen in späten Phasen eines Matches oft über Krämpfe in der Bein- beziehungsweise Wadenmuskulatur. Jedoch können auch langzeitige gleichartige Bewegungswiederholungen, wie zum Beispiel bei Akkordarbeit an Fließbändern, Auslöser eines Muskelkrampfes sein. Dieses Verkrampfen wird durch starkes Schwitzen begünstigt. Dabei kommt es zur Dehydration (Wasserverlust) und Elektrolytverlust, welche vor allem die Mineralstoffe Natrium, Chlorid, Kalium und Magnesium betreffen. Das Elektrolyt Natrium ist für den Wasserhaushalt beziehungsweise die Weiterleitung von Nervenimpulsen und Muskelkontraktionen sehr wichtig. Ein Mangel kann unweigerlich zu Muskelkrämpfen führen.

Andererseits werden Krämpfe auch mit neuronalen Störungen in Verbindung gebracht. Denn häufiges Anspannen und Entlasten eines Muskels erhöht die Afferenz (Übermittlung) von motorischen Stimuli (Reize) an die neuromuskulären Spindeln.

(vgl. HealthEngine, 2006); (vgl. NCBI, 2020); (Simons et al., 2002, Seite 195)

5.1.2 Während einer Schwangerschaft

Etwa 50 % aller Frauen haben während ihrer Schwangerschaft Bekanntschaft mit Muskelkrämpfen gemacht. Häufig treten diese in der Nacht und während der letzten drei Schwangerschaftsmonate auf. Die genauen Ursachen sind bislang nicht vollständig geklärt. Man geht aber davon aus, dass es in dieser Zeit zu einer Veränderung der neuromuskulären Funktion, einer Gewichtszunahme und so zu einer ungenügenden Durchblutung beziehungsweise verstärkten Arbeit der Muskeln im Beinbereich kommt. Dies kann zur Folge haben, dass der Bedarf an Mineralien für den Fötus erhöht wird und es so zu einer Reduktion, der für die Muskeln der Mutter benötigten, Spurenelemente Kalium und Magnesium kommt.

(vgl. NCBI, 2020)

5.1.3 Durch Alkoholkonsum

Bei Alkoholkonsum verteilt sich der Alkohol in alle Körperregionen. Untersuchungen haben gezeigt, dass bei starkem Alkoholkonsum strukturelle Veränderungen in den Skelettmuskeln vonstattengehen. Alkohol steigert den Milchsäuregehalt im Muskelgewebe, etwa im selben Ausmaß wie nach starker körperlicher Belastung. Dies kann Muskelkater und Krämpfe auslösen. Weiters führt auch die dehydrierende Wirkung von Alkohol zu Muskelkrämpfen. Diesem Mechanismus kann mittels Trinkens von reichlich Wasser entgegengesteuert werden.

(vgl. Metagenics, 2018)

5.1.4 Bei Haltungsbelastungen

Körperliche Haltungsbelastungen können ebenfalls Krämpfe auslösen, wobei die Ursachen mannigfaltig sein können.

5.1.4.1 Langes Sitzen

Bei längerem Sitzen, besonders auf ergonomisch ungeeigneten Möbeln oder Stühlen, überanstrengen und ermüden sich die betreffenden Muskeln besonders schnell.

(vgl. Simons et al., 2002, Seite 194)

5.1.4.2 Fehlerhafte Körperhaltung

Eine häufige, fehlerhafte Körperhaltung, beispielsweise am Arbeitsplatz, kann oft der Auslöser von Spasmen sein. Denn dies kann die Muskeln überlasten und punktuell auch Muskelverhärtungen fördern.

(vgl. Simons et al., 2002, Seite 194)

5.1.4.3 Bewegungsmangel

Muskelverhärtungen, welche oftmals Krämpfe zur Folge haben, werden auch durch zu wenig Bewegung gefördert, besonders wenn sich der Muskel dauerhaft in einer verkürzten Stellung wiederfindet. Beispielsweise während des Schlafens in einer Muskelverkürzenden Stellung.

(vgl. Simons et al., 2002, Seite 195)

5.2 Die symptomatischen Muskelkrämpfe

Diese Art von Krämpfen geht oft mit einer Erkrankung einher. Sie stellt ein typisches Begleitsymptom verschiedener Krankheiten dar, so etwa bei einer neuronalen Störung, bei Stoffwechselerkrankungen, bei Herzerkrankungen oder auch Infektionskrankheiten. Auch die Einnahme diverser Medikamente kann Muskelverkrampfungen verursachen.

(vgl. Müller und Felchner, 2019)

5.2.1 Zentrales- und peripheres Nervensystem

Es gibt viele Erkrankungen in diesen Körperbereichen, welche zu Muskelkrämpfen führen können. Zwei bekannte Erkrankungen sind zum Beispiel Tetanus und Polyneuropathie.

5.2.1.1 Der Wundstarrkrampf (Tetanus)

Diese Krankheit wird von einem Bakterium (*Clostridium tetani*) ausgelöst. Der Erreger gelangt durch Wunden in den menschlichen Körper. Infolgedessen keimen die Sporen im inneren des menschlichen Gewebes und entwickeln sich zu vermehrungsfähigen Krankheitserregern. Dabei setzen sie ein Nervengift frei. Deren Symptome sind im Normalfall Unwohlsein, gefolgt von einem Trismus (tonischer Krampf in der Kaumuskulatur, auch Kieferklemme genannt). Bei einem schwereren Verlauf der Krankheit kann es auch zu starken beziehungsweise schmerzhaften Reflexkrämpfen kommen. Hierbei können die Spasmen schon durch kleinste Berührungen oder auch durch Licht ausgelöst werden. Gleichwohl können diese Krämpfe lebenswichtige Funktionen wie die Atmung beeinträchtigen oder sogar aussetzen lassen.

(vgl. Kinder- & Jugendärzte im Netz, 2020)

5.2.1.2 Polyneuropathie

Polyneuropathie ist eine Erkrankung, bei der viele beziehungsweise mehrere periphere Nerven geschädigt werden. Ursachen sind meist Alkoholmissbrauch oder Diabetes mellitus. Symptome einer Polyneuropathie können auch Schmerzen und Taubheitsgefühle

gewisser Regionen (meist Arme oder Beine), Muskelschwäche und Lähmungen sein, aber eben auch einfache Muskelkrämpfe.

Manchmal können jedoch auch andere Krankheiten Grund für das Auslösen von Muskelkrämpfen sein.

(vgl. Schwarz und Feichter, 2018)

5.2.2 Muskelerkrankungen

Auch ein Muskel selbst kann erkranken und für das Auftreten eines Krampfes verantwortlich sein. Hier sind sogenannte Myotonien (Erkrankungen der Muskeln) die Ursache.

(vgl. t- online, 2018)

5.2.2.1 Das Stiff- Man- Syndrom

Es handelt sich hier um eine Autoimmunerkrankung. Diese geht im Normalfall mit einer Erhöhung der Muskelspannung in der Skelettmuskulatur einher. Sie kann dazu führen, dass durch extern verursachte Reize der Tonus (Muskelspannung) noch verstärkt wird und dass es zu Spasmen oder gar zu einer Steifheit der Muskeln kommt.

(vgl. Amboss, 2017)

5.2.3 Krankheiten des Herzkreislaufsystems

Arterielle Verschlusskrankheiten wie beispielsweise Arteriosklerose können der Auslöser für Muskelkrämpfe sein.

(vgl. HealthEngine, 2006)

5.2.3.1 Arteriosklerose

Das Verkalken der Arterien ist hier der Auslöser dieser Erkrankung. Dabei werden wichtige Organe und auch andere Teile des menschlichen Körpers nicht mehr richtig durchblutet, was zu einer schlechten Funktion oder gar zu einem Ausfall der Muskeln führen kann. Arteriosklerose ist eine Folge der natürlichen Alterung im menschlichen Körper,

jedoch kann sie durch ungesunde Lebensstile, die oftmals zu Adipositas, Diabetes mellitus und hohen Blutdruck führen, oder auch durch Rauchen von Tabakwaren beschleunigt werden.

(vgl. toppharm, kein Datum)

5.2.4 Der Diabetes melitus

„Erstsymptome sind vermehrtes Wasserlassen und starkes Durstgefühl. Wadenkrämpfe können hier anfangs durch Elektrolytstörungen, welche eine Folge des Verlustes von Wasser sind, auftreten, später können sie Folge der Nervenschädigung (Polyneuropathie) sein.“ (Müller und Felchner, 2019)

5.2.5 Die Lebererkrankungen

Häufig kommen Muskelkrämpfe bei Leberkrankheiten, wie zum Beispiel der Leberzirrhose, vor. Die Ursachen sind meist auf eine Störung der Nervenfunktionen oder des Elektrolytgehaltes beziehungsweise einer Beeinträchtigung des Energiestoffwechsels in Folge der Krankheit zurückzuführen.

(vgl. medknowledge, 2015)

5.3 Die idiopathischen Krämpfe

Diese Art von Muskelkrämpfen tritt meist ohne einen ersichtlichen Grund in der Nacht und besonders in der Fuß- beziehungsweise Wadengegend auf. Für das Auslösen eines Krampfes reicht meist schon eine geringe Verkürzung der Skelettmuskulatur.

(vgl. HealthEngine, 2006)

5.3.1 Die idiopathischen nächtlichen Beinkrämpfe

60 % aller erwachsenen Personen haben in ihrem Leben mindestens einmal einen nächtlichen Muskelkrampf in der Bein- beziehungsweise Wadengegend. Dieser kann schwere Schlaflosigkeit zur Folge haben. Obwohl die Ursache dieser Art von Spasmen noch nicht wirklich belegt ist, gibt es mehrere Theorien, wie diese ausgelöst werden. Man vermutet, dass eine erhöhte Nervenaktivität während des Schlafes diese Krämpfe auslöst. Zudem könnte eine übermäßige Beanspruchung der Muskulatur beispielsweise am Tag zuvor beim Sport, welche eine Muskelermüdung zur Folge gehabt hat, der Grund dafür sein. Im höheren Alter verkürzen sich zudem die Sehnen der Menschen von Natur aus. Das erklärt, warum ältere Menschen öfter unter nächtlichen Krämpfen leiden, die meist in den Sehnen und in den Verbindungen von Muskeln zu den Knochen auftreten. Wenn diese nachts zu kurz werden, kann es an den verbundenen Muskeln zu Krämpfen kommen. Diese Auslöser sind mit einer hohen Wahrscheinlichkeit die Ursache von nächtlichen Muskelspasmen. Oft werden solche Wadenkrämpfe auch mit Krankheiten wie zum Beispiel: Gefäßerkrankungen wie etwa Lendenkanalstenose, Zirrhose, Nierenschwäche, Schwangerschaft und anderen Erkrankungen in Verbindung gebracht. Auch können Medikamente Auslöser für diese Art von Krämpfen sein. Jedoch zählen diese Ursachen nicht mehr zu den idiopathischen.

(vgl. Allen und Kirby, 2012); (vgl. NHS inform, 2020)

5.3.2 Der Hypertonus (erhöhte Muskelspannung)

Ein Hypertonus führt zu einem Ungleichgewicht in einzelnen Muskelgruppen oder im ganzen Körper. Dies kann Störungen oder gar Blockaden bei Muskelaktivitäten verursachen, welche zu einer Verminderung der Durchblutung führt. Eine Reduzierung der Durchblutung hat eine geringere ATP-Produktion zur Folge. Dadurch können nicht mehr alle intrazellulären Calciumionen extrazellulär transportiert werden, denn ihr aktiver Transport ist eingeschränkt. Solange die Calciumionen intrazellulär bleiben, können die Myosinköpfchen den Kontakt zu den Aktinketten nicht lösen. Der Kontraktionszustand (Hypertonus) bleibt bestehen.

(vgl. Prof. Stark Institut, kein Datum); (vgl. Dietmaier, 2011)

5.4 Fehlstellungen und Muskelkrämpfe

Ein besonderes Augenmerk muss hierbei auf den funktionellen Steigbügel gelegt werden. Bestehend aus den Muskeln M. Tibialis Posterior, M. Peroneus Longus und M. Peroneus Brevis sind diese für die Stabilisierung der Fußwölbung zuständig (siehe Abbildung 6). Besteht eine Dysbalance zwischen diesen Muskeln, sind Fehlstellungen des Fußes die Folge und muskuläre Krämpfe vorprogrammiert. Die agonistische, antagonistische und synergistische Muskularbeit wird nicht mehr ökonomisch durchgeführt und die intra- und intermuskuläre Koordination des funktionellen Steigbügels stark vermindert. Auf Grund der Fehlstellung des Fußes kommt es dann hauptsächlich zu Muskelkrämpfen im Bereich der Mm. Gastrocnemius (Zwillingsmuskel).

(vgl. ScienceDirect, kein Datum)

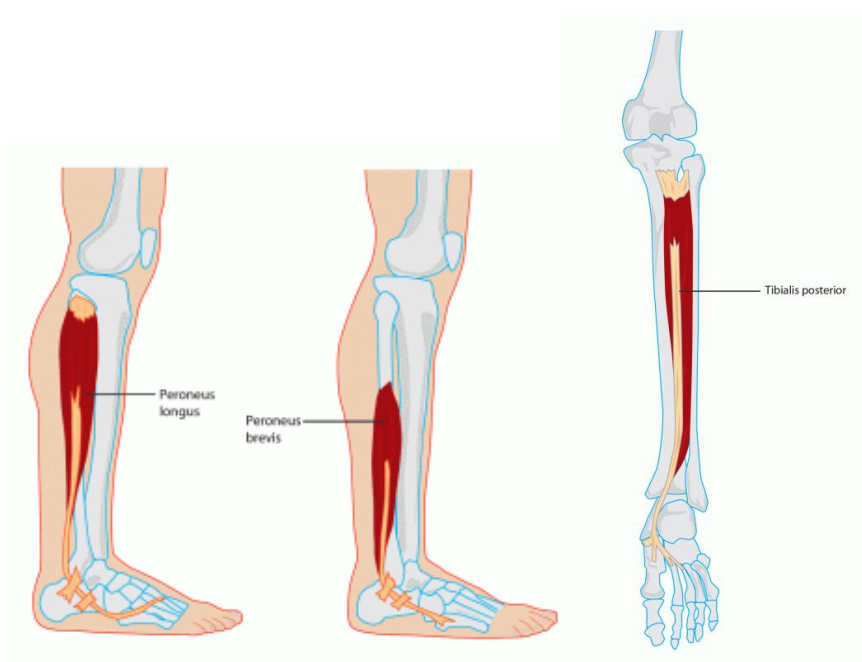


Abbildung 6: funktioneller Steigbügel (CoreWalking, kein Datum); (docpods, kein Datum)

6. Die Basisdiagnostik

Bei häufigen und heftigen Muskelkrämpfen sollte sofort einen Arzt aufgesucht werden, denn auch ernste Erkrankungen können mit der Zeit Auslöser für Muskelspasmen sein. Am Beginn der Diagnostik steht die ausführliche Anamnese. Es geht um die Fragen: Wie, wo, was, warum und wann kommt es zu Muskelkrämpfen? Auch die Erhebung eventuell bestehender anderer Erkrankungen beim Betroffenen und gegebenenfalls in dessen Familie und die Eruierung von eingenommenen Medikamenten sind wichtige Punkte. Empfehlenswert ist zudem eine von einem Mediziner durchgeführte Blutuntersuchung. Dabei werden die Elektrolytwerte wie Natrium, Chlorid, Calcium, Magnesium und Kalium sowie die Nieren- und Leberfunktionsparameter, Blutzuckerwerte, Schilddrüsenhormonspiegel überprüft.

(vgl. awmf, 2016, Seite 5)

Weiterführende Diagnostik hinsichtlich anderer Genesen (Pathologien) ist möglich. Dabei werden bei der Blutuntersuchung auch auf die Werte von Kortisol (ein Stresshormon), Aldosteron, Serumlaktat und Autoantikörper gegen neuronale Bestandteile Wert gelegt. Weiters kann eine elektrophysiologische Untersuchung mit einer Elektromyographie durchgeführt werden.

„Hierbei versteht man eine spontane Entladung von Muskelaktionspotentialen, ganz überwiegend im Frequenzbereich von 40- 75 Hz.“ (awmf, 2016, Seite 5)

Auch kann eine Neurographie und eine doppelsonographische Untersuchung der arteriellen Beindurchblutung durchgeführt werden.

(vgl. awmf, 2016, Seite 5)

7. Die Therapie und die Vor- und Nachsorge

Um muskuläre Dysbalancen (verstärkte Muskelverkürzungen beziehungsweise Muskelabschwächungen zwischen Agonisten und Antagonisten) zu beseitigen, ist es unumgänglich, nachfolgend beschriebene Behandlungsmöglichkeiten durchzuführen.

7.1 Das Dehnen

Die erste Maßnahme im akuten Schmerzzustand ist die Dehnung der betreffenden verkraampften Muskelgruppe oder die des Muskels und die Anspannung des Gegenspielers. Durch solche Übungen vor, während oder nach einer körperlichen Belastung kann das Risiko eines paraphysiologischen Muskelkrampfes gesenkt werden. Zudem fördert das Stretching die Durchblutung der Muskeln, beschleunigt die Regeneration nach einer Trainingseinheit und kann muskuläre Dysbalancen vorbeugen.

(vgl. awmf, 2016), (vgl. Felchner, 2019)

7.2 Die Mobilisation

Allgemein versteht man unter Mobilisation die Aktivierung oder auch die Verbesserung des Bewegungsapparates. Beteiligte Gelenke müssen in ihrer Beweglichkeit frei sein, um das komplette Bewegungsausmaß zu erzielen und reibungslose Abläufe zu gewährleisten. Um dies zu erreichen, werden dementsprechende Mobilisationsübungen durchgeführt. Unterstützend hilft dabei auch eine manuelle Therapie eines Physiotherapeuten.

(vgl. Antwerpes, 2019)

7.3 Die Kräftigung und Stabilisation

Um einen ursächlich schlechten Trainingszustand zu verbessern, ist es wichtig, die betreffende Muskulatur durch ein Kräftigungsprogramm aufzubauen. Dabei können Fitnessgeräte verwendet, aber die betreffende Muskulatur auch mit dem eigenen Körpergewicht trainiert werden. Dies fördert die Körperstabilität, was wiederum eine Verbesserung der muskulären Koordination in den Bewegungsabläufen gewährleistet. Zudem

kann so Verletzungen vorgebeugt und die allgemeine Beweglichkeit verbessert werden. Dies hilft, um auf Belastungsspitzen vorbereitet zu sein.

(vgl. Thomschke, 2019)

7.4 Die Massage

Ziel einer klassischen Massage ist es, die Beseitigung von Dysbalancen und die Verbesserung der Durchblutung und des Lymphflusses. Druckschmerzhafte Myogelosen (Verhärtungen beziehungsweise Verklebungen) lösen lokale Schmerzen aus und werden durch gezielte Massage- und Triggerpunkt- Techniken entfernt. Dabei gibt es verschiedene Methoden, welche von einem Physiotherapeuten oder Masseur durchgeführt werden können. So zum Beispiel: das Streichen, das Kneten, das Reiben, das Hacken, das Klatschen oder das Klopfen.

Die durch eine Massage verbesserte Durchblutung hat eine bessere Sauerstoff- und Nährstoffversorgung des Muskelgewebes zur Folge. Dies verringert wiederum die Chance auf einen Muskelkrampf. Folgende Massageöle sind bei dieser Problematik besonders empfehlenswert. Das Mandelöl wirkt beruhigend auf das Nervensystem und wird besonders bei der Entspannungsmassage angewendet. Das Jojobaöl fördert die Regeneration, während das Avocadoöl eine feuchtigkeitbindende Wirkung auf die Oberhaut hat. Das Weizenkeimöl ist ein guter Lieferant von Vitamin E, aber auch von anderen Vitaminen und wird vor allem in der Sportmassage angewendet.

(vgl. Ratgeber Wellness, kein Datum); (vgl. Simons et al., 2002, Seite 147, 148); (vgl. Simons et al., 2002, Seite 11- 12); (vgl. Benedetti und Lang, 2006, Seite 2)

7.5 Die Triggerpunktbehandlung

Triggerpunkte sind lokal begrenzte Muskelverhärtungen in der Skelettmuskulatur. Mittels dieser Behandlungstechnik werden die Myogelosen, die lokalen und punktuellen Hypertonien, beseitigt. Es kommt dabei zu einer Histaminfreisetzung, wobei der sogenannte Neurotransmitter (Botenstoff, welche die Erregung von einer Nervenzelle auf andere Zellen überträgt), eine vermehrte Durchblutungsförderung zur Folge haben.

Die ATP- Produktion steigt wieder an und der Muskel wird entspannt.

(vgl. Dietmaier, 2011)

7.6 Die Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme

Um Muskelkrämpfen vorzubeugen, ist eine ausreichende Wasseraufnahme erforderlich. Besonders an eher wärmeren beziehungsweise an heißen Tagen ist es empfehlenswert, mehr als zwei Liter Flüssigkeit zu sich zu nehmen. Während einer sportlichen Aktivität sollte der Körper ebenso immer wieder mit Wasser versorgt werden. Nach einer körperlichen Belastung wird empfohlen, eine Messerspitze Salz in das Wasser zu geben, denn das liefert wichtige Mineralstoffe. Um den Wasserhaushalt im Körper in Balance zu halten, liefert Apfelessig zudem viel Kalium. Ein Glas Wasser mit einem Teelöffel Apfelessig wird sogar angeraten. Die Dehydrierung als Ursache von Muskelkrämpfen kann so verhindert werden. Es ist belegt und hat sich bereits etabliert, dass ein Ausgleich verloren gegangener Körperflüssigkeiten bei sportlichen Wettkämpfen für Dialysepatienten von essenzieller Bedeutung ist.

Auch die Ernährung spielt eine große Rolle. Eine ausgewogene Aufnahme dieser Stoffe ist dabei essenziell notwendig, um den Körper mit genügend Mineralstoffe und anderen wichtigen Nährstoffen zu versorgen. Lebensmittel, um Muskelkrämpfe zu verhindern sind zum Beispiel: Bananen (viel Kalium, Magnesium und Calcium), Nüsse (pflanzliches Protein, Magnesium), Kurkuma (fördert die Regeneration), Hagebutten (reich an Vitaminen und Mineralstoffen) oder auch ein Kalium und Magnesium reiches Mineralwasser.

(vgl. Seimer, 2020); (vgl. EatMoveFeel, kein Datum)

7.7 Die Behandlung mit Chininsulfat und Hydrochinin

Der Einsatz von Chininsulfat oder Hydrochinin ist nur in Absprache mit einem Arzt möglich. Die Stoffe werden nur dann eingesetzt, wenn physiotherapeutische Maßnahmen und andere Hilfsmittel keine Wirkung zeigen. Obwohl die Studienlage für Magnesium nicht ausreichend belegt ist, soll ein Behandlungsversuch mit Magnesium vor dem Einsatz von Chinin aufgrund der guten therapeutischen Erfahrungen erfolgen. Die Wirksamkeit von Magnesium wird dabei durch einen Auslassversuch festgestellt. Hierbei wird nach Beendigung einer dreimonatigen Magnesiumeinnahme beobachtet, ob die Muskelkrämpfe danach wieder zunehmen oder nicht.

(vgl. awmf, 2016, Seite 6)

8. Die Schlüsselrolle von Magnesium

Magnesium gehört mit Sicherheit zu den Mineralien, die am wichtigsten für den Ablauf chemischer Prozesse im menschlichen Körper sind. Nicht umsonst wird es von vielen als das Allheilmittel angepriesen. Jedoch gibt es stand jetzt keine guten wissenschaftlichen Studien, welche die Wirksamkeit von Magnesium als Nahrungsergänzungsmittel im Kampf gegen Muskelkrämpfe bestätigen können.

(vgl. Meuter, 2019)

8.1 Einführung Magnesium

Magnesium gehört neben Calcium, Natrium und Kalium zu den häufigsten vorkommenden Mineralen im menschlichen Körper. Studien zeigen, dass bei einer etwa 70 kg schweren Person immer circa 25 Gramm des Minerals auf Reserve bereit liegen. Davon befinden sich etwa 53 % in den Knochen, 27 % in den Muskeln, 19 % in den Weichteilen und nur etwa 1 % im Blutplasma.

Magnesium ist bei mehr als 300 Prozessen im Körper beteiligt, so zum Beispiel an der Energiegewinnung und an der Proteinsynthese, an der Muskelkontraktion und Nervenfunktion, sowie auch an der Blutdruckregulierung. Ebenso ist es essenziell für den Aufbau der Knochen und für die Synthese der DNA und RNA. Bei der Energiegewinnung befindet sich das Magnesium in hoher Konzentration in den Mitochondrien, wobei das Mineral hier auch eine wichtige Rolle bei der Bildung von ATP aus ADP und einem Phosphat spielt.

(vgl. Schwalfenberg und Genuis, 2017)

8.1.1 Die Wichtigkeit von Kalzium in Bezug auf Magnesium

Kalzium und Magnesium könnten unterschiedlich geartet nicht sein. Dennoch sind sie als Team voneinander abhängig. Zum Beispiel lässt Calcium mit Kalium die Muskeln kontrahieren, während Magnesium sie wieder entspannen lässt. Auch ist Calcium für die Gerinnungsreaktion und die Wundheilung wichtig, während Magnesium dafür sorgt, dass das Blut frei fließen kann und keine Verdickungen in den Blutgefäßen entstehen

lässt. Im Körper befinden sich rund 1200 g Kalium und 25 g Magnesium, wobei der tägliche Bedarf fast gleich hoch ist. Sollte sich dieses Verhältnis jedoch verändern sind Probleme verschiedenster Art die Folge.

(vgl. CMER Center for Magnesium Education & Research, kein Datum); (vgl. Bergasa, 2016, Seite 50)

8.1.2 Das Magnesium und das Kalium

Um ein ausgeglichenes elektrisches Membranpotenzial zu erreichen, wird ein Magnesium an ein ATP-Molekül gehängt. Dadurch wird eine hohe Kaliumkonzentration im Inneren der Zelle gewährleistet. Dies ist wichtig für den Ablauf chemischer Vorgänge. Vor einigen Jahren konnte genau geklärt werden, warum ein Magnesiumdefizit den Kaliummangel in der Zelle bewirkt, und dass dies unweigerlich zu den verschiedensten Tetanien (Muskelkrämpfen) führen kann.

(vgl. Bergasa, 2016, Seite 50- 51)

8.2 Die Einnahme von Magnesium

Die richtige Menge von Magnesium im Körper ist wichtig, um einen guten Gesundheitszustand zu gewährleisten. Eine zu geringe Aufnahme dieses Minerals ist jedoch recht häufig.

(vgl. Berkheiser, 2019)

Neben der Magnesiumaufnahme durch die Nahrung gibt es drei andere Möglichkeiten, den Körper mit dem wichtigen Mineral zu versorgen.

- (1) intravenöse Behandlung
- (2) orale Einnahme (z.B. durch Granulat, Pulver und ähnlichen Formen)
- (3) Aufnahme über die Haut (z.B. Magnesium-Spray oder Flocken)

(vgl. Hendel, 2016, Seite 123)

8.2.1 Die intravenöse Behandlung

Bei dieser Methode wird mithilfe einer Infusion oder Injektion Magnesium in die Venen geführt. Dies ist die effektivste Methode, um einen Mangel am schnellsten zu beheben. Denn die Bioverfügbarkeit (Messgröße, in der ein Wirkstoff im Blutkreislauf zur Verfügung steht) bei einer Infusion/ Injektion beträgt 100 %. Nach der Verabreichung des Minerals ist dies auch sogleich in Form von Wärme im Körper spürbar. Am häufigsten wird bei diesem Prozess Magnesiumsulfat verwendet, jedoch kommt vereinzelt auch Magnesiumchlorid, Magnesiumglutamat und Magnesiumgluconat zur Anwendung.

(vgl. Hendel, 2016, Seite 125- 126)

8.2.2 Die orale Einnahme

Dies ist die bekannteste Methode, Magnesium dem Körper zuzuführen. Es wird zusätzlich zur täglichen Nahrung eingenommen, und es ist fast überall erwerbbar. Man unterscheidet hierbei zwischen Magnesium als Nahrungsergänzungsmittel, das es in Drogeriemärkten zu kaufen gibt, und Magnesium als Arzneimittel, das nur in Apotheken erhältlich ist. Am häufigsten werden anorganische Magnesiumsalze wie zum Beispiel Magnesiumoxid, Magnesiumcarbonat und Magnesiumchlorid verwendet, jedoch gibt es auch organische Verbindungen so zum Beispiel das Magnesiumcitrat, bei welchen jedoch der reine Magnesiumgehalt pro 100 mg niedriger ist. Ein Nachteil der höher dosierten anorganischen Verbindungen ist, dass um Magnesium als Ion abspalten zu können, genügend Magensäure vorhanden sein muss, denn nur in dieser Form kann es der Körper richtig aufnehmen. Dies ist vor allem für Menschen im höheren Alter wichtig. Auch benötigen diese anorganischen Verbindungen aufgrund einer nur eingeschränkten Wasserlöslichkeit mehr Zeit, um vom Körper aufgenommen zu werden.

Generell lässt sich sagen, dass bei einer oralen Aufnahme von Magnesium die Bioverfügbarkeit nicht besonders hoch, eben nur 30 % ist. Studien zeigen jedoch, dass bei einer Magnesiumaufnahme über die Nahrung, der Körper das Mineral viel leichter und effektiver absorbieren kann.

(vgl. Hendel, 2016, Seite 130- 143)

8.2.3 Die transdermale Aufnahme

Eine eher neuere Methode, Magnesium effektiv aufzunehmen ist der Weg über die Haut. Hierbei wird das sogenannte Magnesiumöl auf eine punktuelle Stelle oder auf eine größere Fläche aufgetragen. Dieses wird sofort von der Körperoberfläche resorbiert und in die Zellen geleitet. Der große Vorteil dieser Anwendung ist, dass hierbei der Magen-Darm-Trakt umgangen werden kann und dadurch die Effektivität deutlich höher ist. Besonders bei akuten Krämpfen hat sich das Auftragen auf die Haut besonders bewährt, da es sofort wirkt und der Muskelkrampf sich in wenigen Sekunden auflösen kann.

(vgl. Hendel, 2016, Seite 144- 175)

8.2.3.1 Der Wirkungsnachweis

Längere Untersuchungen konnten belegen, dass bei einer täglichen Magnesiumaufnahme über die Haut ein Mangel innerhalb einer nur sehr kurzen Zeit, nämlich in vier bis sechs Wochen, beseitigt werden kann. Bei einer intravenösen Behandlung beläuft sich der Zeitraum sogar nur auf drei Wochen. Hingegen kann bei einer oralen Aufnahme erst nach vier bis zwölf Monaten ein Ergebnis erzielt werden.

(vgl. Hendel, 2016, Seite 157- 159)

8.2.3.2 Das Magnesiumöl

Beim Magnesiumöl handelt es sich um eine 31- prozentige Magnesiumchlorid- Lösung, welche für das direkte Auftragen auf die Oberhaut verwendet wird. Bereits ein Milliliter dieses Öls enthält 103 Milligramm reines beziehungsweise pures Magnesium.

(vgl. Hendel, 2016, Seite 160)

8.2.3.2.1 Das Magnesiumgel

Eine Sonderform dieses Öls ist das Magnesiumgel, welches hauptsächlich zur Entspannung beiträgt, aber auch bei der Sportmassage verwendet wird. Dieses Gel ist deshalb vorteilhaft, da es aufgrund der einzigartigen Zusammensetzung auch eine reinigende und pflegende Wirkung der Haut zur Folge hat, wobei der Massageeffekt durch die Aufnahme von Magnesium verstärkt wird. (vgl. Hendel, 2016, Seite 160)

8.2.3.2.2 Der Magnesiumöl Spray

Ebenso werden auch Magnesiumsprays verwendet. Hierbei hängt die Anzahl der Spraystöße davon ab, wie viele benötigten Hübe es braucht, um einen Milliliter Magnesiumöl zu erhalten. Normalerweise liegt dieser Wert zwischen fünf bis zehn Spraystößen. Um den täglichen Bedarf an Magnesium zu gewährleisten, werden zwei Milliliter des Öls (206 Milligramm reines Magnesium) empfohlen. Dies kann jedoch bei einem Mangel beliebig gesteigert werden.

(vgl. Hendel, 2016, Seite 162- 163)

8.2.3.3 Die Magnesium Flakes

Flakes (Flocken) entstehen beim Erhitzen des Magnesiumöls auf 165 Grad Celsius. Diese nun feste Form des Magnesiumchlorids wird vor allem in Magnesiumbädern eingesetzt. Dies stellt neben dem Einreiben mit Magnesiumöl die beste und auch effektivste Möglichkeit dar, einen Magnesiummangel im Körper zu beheben. Auch um sich nach einer körperlichen Aktivität möglichst schnell zu regenerieren und die überlasteten und übersäuerten Muskeln zu entspannen kann ein Magnesiumbad sehr hilfreich sein.

(vgl. Hendel, 2016, Seite 161- 165)

9. Die alternativen Hilfen und Mittel

Neben einer Eigenmassage gibt es mehrere andere Hilfen beziehungsweise auch Hausmittel, die eventuell gegen Muskelkrämpfe helfen können.

9.1 Die Behandlung mit Kälte

Sobald sich der Muskelkrampfschmerz reduziert hat, kann eine kalte Kompresse auf die lädierte Stelle gelegt werden. Dadurch werden die Blutgefäße verengt, der Schmerz gelindert und der Muskel wieder vollkommen entspannt.

Zudem kann diese Therapie mit Kälte nach einer Trainingseinheit auch die Regeneration der Muskel ankurbeln. Beispielsweise ist die sogenannte „Eistonne“ schon längere Zeit bei den Spitzensportlern etabliert.

(vgl. EatMoveFeel, kein Datum); (vgl. Fuchs, 2018)

9.2 Die krampflösenden Tees

Tees liefern nicht nur die nötige Flüssigkeit, sondern können, wie im Fall von Pfefferminze, Zitronenmelisse, Lavendel und Rosmarin, auch krampflösend wirken.

(vgl. Butter, 2020)

9.3 Die ätherischen Öle

Das Johanniskrautöl wird im privaten Bereich oft bei Vor- und Nachbehandlung angewendet. Das Orangenöl wirkt regulierend auf die Sekretionsorgane und anregend auf das Lymphsystem. Salbeiöl wirkt auf Muskeln lockernd und entspannend. Pfefferminzöl und Rosmarinöl tun gut bei Muskel- und Gelenksschmerzen.

Es wird allgemein empfohlen, diese Öle vor dem Schlafengehen auf die schmerzenden Muskeln einzureiben.

(vgl. Butter, 2020); (vgl. RTL.DE, 2019); (vgl. Oesterle und Feichter, 2019); (vgl. Fremer, 2018)

9.4 Senf

Eines der eindrucksvollsten Mittel gegen Muskelspasmen ist Senf, denn seine Essigsäure wirkt krampflösend.

Der Körper verstärkt bei Anwendungen mit Senf die Produktion des Neurotransmitter Acetylcholin, welcher die Muskelaktivität anregt und somit die Durchblutung fördert. Dadurch kann sich der Spasmus schneller lösen. Es wird empfohlen, ein mit warmem Wasser gemischtes Senfmehl in einem Umschlag auf die betroffenen Muskelregionen zu legen, wobei die Durchblutung an dieser Stelle sofort angeregt wird. Um diese Wirkung noch zu verstärken, sollte man Senfmehl noch extern in die Ernährung integrieren.

(vgl. EatMoveFeel, kein Datum)

9.5 Bittersalz

Bittersalz trägt einen hohen Anteil an Magnesium in sich, was sich positiv auf die Prävention von Muskelkrämpfen auswirkt. Zudem können sich zuvor stark beanspruchte Muskelgruppen durch das in einem Badewannenwasser gelöste Bittersalz besser entspannen und das Bittersalz vermag sogar kleine Muskelschäden wie zum Beispiel Muskelkater schneller zum Abheilen zu bringen.

(vgl. EatMoveFeel, kein Datum)

10. Fazit

Das Auftreten von Muskelkrämpfen kommt in weiten Teilen der Bevölkerung vor.

Die Ursachen sind mannigfaltig: teilweise sind sie durch entsprechende Verhaltensweisen der Betroffenen ausgelöst (Überanstrengung, starkes Schwitzen, mangelhaftes Trinkverhalten, fehlendes Training, Haltungsfehler, falsche Bewegungsabläufe), teilweise ist deren Auftreten durch Erkrankungen begünstigt (Nerven- und Muskelerkrankungen, Stoffwechselerkrankungen).

Die Therapie kann tendenziös einerseits mehr ursächliche (Physiotherapie, Training, Ernährung, Therapie der Grunderkrankung) oder andererseits symptomatisch-orientierte (Magnesium, Chininsulfat) Ansätze haben. Vor allem letztere sind oftmals wirksam, ohne dass dafür ausreichende wissenschaftliche Kenntnisse vorliegen.

Das Thema Muskelkrämpfe ist wissenschaftlich noch lange nicht vollständig aufgearbeitet. Es ist festzuhalten, dass für mehrere Aspekte sowohl hinsichtlich der Ursachen als auch der Behandlung keine wirklich validen wissenschaftlichen Daten existieren, so dass sich noch vieles im Stadium theoretischer Überlegungen befindet.

Literaturverzeichnis

- Schwalfenberg, G. K. und Genuis, S. J., 2017 : *NCBI*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5637834/>
[Zugriff am 2.Januar.2021].
- Allen, R. und Kirby, K., 2012 : *American Family Physician*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.aafp.org/afp/2012/0815/p350.html>
[Zugriff am 29.Oktober.2020].
- Altersberger, I., 2018 : *bioaktive-kollagenpeptide*. [Online]
Verfügbar unter: <https://bioaktive-kollagenpeptide.de/wirkungen-muskulatur/>
[Zugriff am 21.Februar.2021].
- Amboss, 2017 : *Amboss*. [Online]
Verfügbar unter: [https://www.amboss.com/de/wissen/Stiff-Man-Syndrom#:~:text=Das%20Stiff%2DMan%2DSyndrom%20\(,Steifigkeit%20der%20betroffenen%20Muskeln%20%C3%A4u%C3%9Fert.](https://www.amboss.com/de/wissen/Stiff-Man-Syndrom#:~:text=Das%20Stiff%2DMan%2DSyndrom%20(,Steifigkeit%20der%20betroffenen%20Muskeln%20%C3%A4u%C3%9Fert.)
[Zugriff am 2.November.2020].
- Antwerpes, F., 2019 : *DocCheck Flexikon*. [Online]
Verfügbar unter: <https://flexikon.doccheck.com/de/Mobilisation>
[Zugriff am 30.Januar.2021].
- awmf, 2016 : *awmf*. [Online]
Verfügbar unter: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/030-037l_S1_Crampi_Muskelkrampf_2017-05_verlaengert_01.pdf
[Zugriff am 9.September.2020].
- Benedetti, M. und Lang, M., 2006 : *Magnesiumöle*. s.l.:s.n.
- Bergasa, A. M. L., 2016 : *Die erstaunliche Wirkung von Magnesium*. Steyr: Ennsthaler Verlag.
- Berkheiser, K., 2019 : *healthline*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.healthline.com/nutrition/magnesium-dosage#recommendations-by-age>
[Zugriff am 5.Januar.2021].
- Biga, L. M. et al., kein Datum *Oregon State University*. [Online]
Verfügbar unter: <https://open.oregonstate.education/aandp/chapter/10-2-skeletal-muscle/>
[Zugriff am 23.Januar.2021].
- Braineffect, 2018 : *Brain- Effect*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.brain-effect.com/magazin/atp-adenosintriphosphat#:~:text=Damit%20die%20sich%20nie%20Batterie,Energie%20in%20Form%20von%20Adenosintriphosphat.>
[Zugriff am 28.August.2020].

- Butter, I., 2020 : *Online Focus*. [Online]
Verfügbar unter: https://praxistipps.focus.de/hausmittel-gegen-muskelkraempfe-das-hilft_110951
[Zugriff am 31.Januar.2021].
- CMER Center for Magnesium Education & Research, kein Datum *CMER Center for Magnesium Education & Research*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.magnesiumeducation.com/mg-ca-balance>
[Zugriff am 2.Januar.2021].
- CoreWalking, kein Datum *CORE Walking*. [Online]
Verfügbar unter: <https://corewalking.com/peroneus-brevis-and-peroneus-longus/>
[Zugriff am 21.Februar.2021].
- Das Fitnessprogramm, 2020 : *Das Fitnessprogramm*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.das-fitnessprogramm.de/muskelanatomie/>
[Zugriff am 21.Februar.2021].
- Dietmaier, M., 2011 : *Angewandte Physiologie des Bewegungsapparates*. Regensburg: s.n.
- docpods, kein Datum *docpods*. [Online]
Verfügbar unter: <https://docpods.com/foot-pain-info/tibialis-posterior-anatomy/>
[Zugriff am 21.Februar.2021].
- EatMoveFeel, kein Datum *EatMoveFeel*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.eatmovefeel.de/natuerliche-hausmittel-gegen-kraempfe/>
[Zugriff am 8.Dezember.2020].
- Felchner, C., 2019 : *NetDoktor*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.netdoktor.de/sport-fitness/dehnen/>
[Zugriff am 30.Januar.2021].
- Fremer, E., 2018 : *Utopia*. [Online]
Verfügbar unter: <https://utopia.de/ratgeber/pfefferminzoeel-wirkung-und-anwendung-bei-verschiedenen-beschwerden/#:~:text=Pfefferminz%C3%B6l%20f%C3%B6rdert%20die%20Durchblutung%20und,dass%20Pfefferminztee%20Magenbeschwerden%20lindern%20kann.>
[Zugriff am 28.Februar.2021].
- Fuchs, J., 2018 : *Garmin*. [Online]
Verfügbar unter: <https://de.beatyesterday.org/health/body-soul/eisbaden-nach-dem-sport-8-infos-die-du-kennen-solltest/#:~:text=Eisbaden%20nach%20dem%20Sport%20hilft%20dir%20bei%20der%20Regeneration&text=Sobald%20du%20ins%20kalte%20Wasser,und%20transportiert%20die%20Abfall>
[Zugriff am 30.Januar.2021].

- Gerrer, F., kein Datum *medizin kompakt*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.medicin-kompakt.de/motoneuron>
[Zugriff am 21.Februar.2021].
- Graf, G., 2020 : *DocCheckFlexikon*. [Online]
Verfügbar unter:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Muskel#:~:text=1%20Definition,4%20Grundge,webe%20des%20menschlichen%20K%C3%B6rpers>
[Zugriff am 23.Januar.2021].
- Graf, G., Antwerpes, F. und Hircin, E., 2017 : *DocCheck Flixikon*. [Online]
Verfügbar unter: <https://flexikon.doccheck.com/de/Muskelkrampf>
[Zugriff am 3.August.2020].
- Hanser, H. und Scholtyssek , C., kein Datum *Spektrum.de*. [Online]
Verfügbar unter:
<https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/motoneurone/7922>
[Zugriff am 20.Juni.2020].
- HealthEngine, 2006 : *HealthEngine*. [Online]
Verfügbar unter: <https://healthengine.com.au/info/muscle-cramps>
[Zugriff am 28.Oktober.2020].
- Hendel, B., 2016 : *Das Magnesium Buch*. 4. Auflage Hrsg. Kirchzarten: VAK Verlags GmbH.
- Hoffmeister und Ziegler, 2020 : *hoffmeister.it*. [Online]
Verfügbar unter: https://www.hoffmeister.it/biologie/10.08zellatmung_-_dissimilation.pdf
[Zugriff am 4.September.2020].
- Kinder- & Jugendärzte im Netz, 2020 : *Kinder- & Jugendärzte im Netz*. [Online]
Verfügbar unter: [https://www.kinderaerzte-im-netz.de/krankheiten/tetanus-wundstarrkrampf/#:~:text=Wundstarrkrampf%20\(Tetanus\)%20ist%20eine%20weltweit,kaum%20aus%20dem%20Weg%20gehen](https://www.kinderaerzte-im-netz.de/krankheiten/tetanus-wundstarrkrampf/#:~:text=Wundstarrkrampf%20(Tetanus)%20ist%20eine%20weltweit,kaum%20aus%20dem%20Weg%20gehen)
[Zugriff am 30.Oktober.2020].
- medknowledge, 2015 : *medknowledge*. [Online]
Verfügbar unter: <https://medknowledge.de/aktuelle-studien-nach-fachgebiet/115-gastroenterologie/hepatologie/452-muskelkraempfe-bei-leberfunktionsstoerungen-und-leberzirrhose-2013.html>
[Zugriff am 28.Oktober.2020].
- MedLexi, 2019 : *MedLexi*. [Online]
Verfügbar unter: <https://medlexi.de/Sarkomer#Krankheiten>
[Zugriff am 18.Januar.2021].
- Menche, N., 2003 : *Biologie Anatomie Physiologie*. 5. Auflage Hrsg. München: Urban & Fischer.

- Metagenics, 2018 : *Metagenics*. [Online]
Verfügbar unter: <https://blog.metagenics.com/post/2018/07/11/7-common-causes-of-leg-cramps/#:~:text=Research%20shows%20that%20heavy%20drinking,changes%20in%20the%20skeletal%20muscle.&text=There%20are%20two%20reasons%20for,cause%20muscle%20spasms%20and%20soreness.>
[Zugriff am 28.November.2020].
- Meuter, S., 2019 : *Rhein- Neckar- Zeitung*. [Online]
Verfügbar unter: https://www.rnz.de/ratgeber/gesundheit_artikel,-fuss-und-wadenkraempfe-wenn-fuesse-und-zehen-krampfen- arid,485254.html
[Zugriff am 26.Februar.2021].
- Müller, I. und Felchner, C., 2019 : *netdoktor*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.netdoktor.de/symptome/wadenkraempfe/>
[Zugriff am 28.Oktober.2020].
- NCBI, 2020 : *NCBI*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499895/>
[Zugriff am 28.Oktober.2020].
- NHS inform, 2020 : *NHS inform*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.nhsinform.scot/illnesses-and-conditions/muscle-bone-and-joints/conditions/leg-cramps#causes-of-leg-cramps>
[Zugriff am 28.November.2020].
- Oesterle, D. und Feichter, M., 2019 : *NetDoktor*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.netdoktor.de/heilpflanzen/salbei/>
[Zugriff am 28.Februar.2021].
- Prof. Stark Institut, kein Datum *Prof. Stark Institut*. [Online]
Verfügbar unter: <https://prof-stark-institut.de/diagnostik/koerperliche-diagnostik/>
[Zugriff am 8.Dezember.2020].
- Ratgeber Wellness, kein Datum *Ratgeber Wellness*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.ratgeber-wellness.com/Anwendungen/Klassische-Massage.htm>
[Zugriff am 30.Januar.2021].
- RTL.DE, 2019 : *RTL.DE*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.rtl.de/cms/gesundheitslexikon-johanniskrautoel-4258653.html>
[Zugriff am 28.Februar.2021].
- Schmidt, R. F., 2001 : *Physiologie kompakt*. 4. Auflage Hrsg. Berlin: Springer- Verlag.
- Schmidt, R., Lang, F. und Heckmann, M., 2017 : *Physiologie des Menschen*. s.l.:Springer.
- Schünke, M., Schulte, E. und Schumacher, U., 2005 : *Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

- Schwarz, J. und Feichter, M., 2018 : *netdoktor*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.netdoktor.de/krankheiten/polyneuropathie/>
[Zugriff am 30.Oktober.2020].
- ScienceDirect, kein Datum *ScienceDirect*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.sciencedirect.com/topics/immunology-and-microbiology/peroneus-muscle>
[Zugriff am 26.Februar.2021].
- Seimer, M., 2020 : *EatSmarter*. [Online]
Verfügbar unter: <https://eatsmarter.de/blogs/natuerlich-besser/haeufig-muskelkraempfe-diese-ernaehrung-kann-helfen#:~:text=Um%20Muskelkr%C3%A4mpfen%20vorzubeugen%20hei%C3%9Ft%20es,zur%20Vorbeugung%20von%20Muskelkr%C3%A4mpfen%20beitragen.>
[Zugriff am 6.Dezember.2020].
- Simons, D. G., Travell, J. G. und Simons, L. S., 2002 : *Handbuch der Muskel-Triggerpunkte 1*. 2. Auflage Hrsg. München: Urban & Fischer.
- Simons, D. G., Travell, J. G. und Simons, L. S., 2002 : *Handbuch der Muskel-Triggerpunkte 2*. 2 Auflage Hrsg. München: Urban & Fischer.
- t- online, 2018 : *t- online*. [Online]
Verfügbar unter: https://www.t-online.de/gesundheit/krankheiten-symptome/id_76711530/muskelkraempfe-ursachen-und-was-gegen-kraempfe-hilft.html
[Zugriff am 2.November.2020].
- Thomschke, R., 2019 : *tiefenmuskel-training.de*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.tiefenmuskulatur-training.de/stabilisationstraining.html>
[Zugriff am 30.Januar.2021].
- toppharm, kein Datum *toppharm*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.toppharm.ch/krankheitsbild/arteriosklerose>
[Zugriff am 2.November.2020].
- Tuff, L., 2014 : *future fit TRAINING*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.futurefit.co.uk/content-hub/why-do-i-get-cramp-when-exercising/>
[Zugriff am 24.Januar.2021].
- Wischeropp, L., 2001 : *SlideServe*. [Online]
Verfügbar unter: <https://www.slideserve.com/kameryn/die-zellatmung>
[Zugriff am 21.Februar.2021].

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau der Muskulatur (Altersberger, 2018) 11

Abbildung 2: Das Sarkomer (Das Fitnessprogramm, 2020) 14

Abbildung 3: Das Motoneuron (Gerrer, kein Datum) 15

Abbildung 4: Muskelkontraktion (Hinghofer-Szalkay, kein Datum) **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 5: Zellatmung (Wischeropp, 2001) 19

Abbildung 6: funktioneller Steigbügel (CoreWalking, kein Datum); (docpods, kein Datum)

Selbstständigkeitserklärung

Name: Simon Hammerer

Ich erkläre, dass ich diese vorwissenschaftliche Arbeit eigenständig angefertigt und nur die im Literaturverzeichnis angeführten Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Ort, Datum

Unterschrift