

## Development of innovative training solutions in the field of functional evaluation aimed at updating of the curricula of health sciences schools



MODUL: BIOMECHANIK DES GANGS  
STROMPUNKTVERLÄNGERUNG Einheit B:  
BIOMECHANISCHE VERÄNDERUNGEN IM GAIT

## INHALT

- Ziele
- Physiologische Übertreibungen beim normalen Gang
- Grundlegende Dysfunktionen, die die Mobilität beeinträchtigen
- Arten des pathologischen Gangs
- Ausgewählte Veränderungen, die in den einzelnen Stadien des pathologischen Gangbildes auftreten
- Ausgewählte Änderungen kinematischer Größen, die beim pathologischen Gang auftreten
- Beispiele für Veränderungen der dynamischen Parameter beim pathologischen Gang
- Gehen auf Krücken als Beispiel für pathologisches Gehen

## Ziele

- Lernen Sie die Arten des übertriebenen Gangs kennen.
- Lernen Sie die Arten des pathologischen Gangs kennen.
- Lernen Sie Beispiele für Veränderungen kinematischer und dynamischer Größen kennen, die bei ausgewählten Krankheiten, die die Gangregelmäßigkeit beeinflussen, aufgezeichnet wurden.

# PHYSIOLOGISCHE ÜBERTREIBUNGEN BEIM NORMALEN GANG



# PHYSIOLOGISCHE ÜBERTREIBUNGEN BEIM NORMALEN GANG

## Schwankender Gang

Sie tritt in der Regel bei Frauen auf und ist gekennzeichnet durch ein vermehrtes Anheben des Beckens und eine Senkbewegung in der Frontalebene sowie ein Kippen des Beckens auf der Seite des Schoßes bei gleichzeitiger größerer Absenkung der Schulter auf der Seite der Auflage.

# PHYSIOLOGISCHE ÜBERTREIBUNGEN BEIM NORMALEN GANG

## Seemannsgang

Der Schwerpunkt hat eine übertriebene Seitwärtsneigung, in stärkerem Maße aber auch einen schwankenden Gang.

## Majestätischer Gang

Übermäßige Beschleunigung und Streckung des Beins, bevor die Ferse den Boden berührt, das ist unnatürlich und unwirtschaftlich.

# PHYSIOLOGISCHE ÜBERTREIBUNGEN BEIM NORMALEN GANG

## Steifer Gang

Sie zeichnet sich durch eine nicht natürliche Reduktion von Becken- und Schulterschwingungen aus

## Kleine Schritte gehen

Sie kann bei Menschen mit kurzen unteren Gliedmaßen beobachtet werden, sie ist durch eine kurze Schrittlänge, aber eine hohe Schrittfrequenz gekennzeichnet.

# GRUNDLEGENDE DYSFUNKTIONEN, DIE DIE MOBILITÄT BEEINTRÄCHTIGEN



## GRUNDLEGENDE DYSFUNKTIONEN, DIE DIE MOBILITÄT BEEINTRÄCHTIGEN

Aufgrund der hohen Komplexität der Gangaktivität sowie der Komplexität der Funktionsweise des menschlichen Körpers können Gangstörungen durch viele Faktoren verursacht werden, zu denen auch gehören können:

- Angeborene Defekte des Bewegungsapparates,
- Haltungsschäden
- muskuloskelettale Erkrankungen,
- neurologische Dysfunktionen des Bewegungsapparates,
- traumatische muskuloskelettale Verletzungen.

# GRUNDLEGENDE DYSFUNKTIONEN, DIE DIE MOBILITÄT BEEINTRÄCHTIGEN

## Angeborene Defekte des Muskel-Skelett-Systems

Der Begriff "angeborene Defekte" umfasst alle Arten von pathologischen Veränderungen, die kausal mit der Periode des fötalen Lebens des Kindes zusammenhängen und sich entweder bei pränatalen Untersuchungen oder nach der Geburt manifestieren - sowohl bei der Geburt als auch während der weiteren Entwicklung.

# GRUNDLEGENDE DYSFUNKTIONEN, DIE DIE MOBILITÄT BEEINTRÄCHTIGEN

## Angeborene Defekte des Muskel-Skelett-Systems

Die Bildung dieses Defekttyps kann durch die folgenden Faktoren beeinflusst werden, die während des fötalen Lebens des Kindes auftreten:

- genetische Faktoren,
- lokale Schäden am Kind,
- Hypoxie,
- toxische Verbindungen,
- Infektionen,
- mütterliche hormonelle Störung,
- unsachgemäße Ernährung der Mutter,
- Alkohol trinken, rauchen oder andere Rauschmittel einnehmen,
- ionisierende Strahlung,
- Ultraposition (übermäßiges Verharren für einige Zeit in einer Position, z. B. in der Beugung der Hüfte).

# GRUNDLEGENDE DYSFUNKTIONEN, DIE DIE MOBILITÄT BEEINTRÄCHTIGEN

## Angeborene Defekte des Muskel-Skelett-Systems

Zu den Geburtsfehlern, die eine Beeinträchtigung der Mobilität zur Folge haben können, gehören u. a:

- Angeborene Mängel und Defekte der Gliedmaßen,
- Entwicklungsstörungen der Gliedmaßen, z. B. Hüft dysplasie, Hüftluxation,
- angeborene Fehlbildungen des Brustkorbs und des Halses, z. B. trichterförmige Brust, Schiefhals,
- Angeborene Fehlbildungen der Wirbelsäule, z. B. Kurzhals, seitliche Verkrümmungen der Wirbelsäule

# GRUNDLEGENDE DYSFUNKTIONEN, DIE DIE MOBILITÄT BEEINTRÄCHTIGEN

## Haltungsschäden

Haltungsfehler sind definiert als individuelle Abweichungen der Körperhaltung von der als Norm geltenden Norm.

Haltungsschäden sind in der Regel mit einer Fehlstellung der Wirbelsäule verbunden. Sie treten auf:

- in der Sagittalebene, z. B. eine vertiefte oder flache zervikale oder lumbale Lordose,
- in der Frontalebene, wie z. B. die seitliche Verkrümmung der Wirbelsäule, d. h. die Skoliose.

# GRUNDLEGENDE DYSFUNKTIONEN, DIE DIE MOBILITÄT BEEINTRÄCHTIGEN

## Haltungsschäden

Zu den Ursachen von Haltungsschäden gehören:

- neurogene Ursachen, z. B. eine Nervenlähmung,
- myogene Ursachen, z. B. aufgrund von Muskeldystrophie,
- thorakogene Erkrankungen, die z. B. nach Herz-Kreislauf- oder Atemwegserkrankungen oder als Folge von Thoraxoperationen auftreten.

# GRUNDLEGENDE DYSFUNKTIONEN, DIE DIE MOBILITÄT BEEINTRÄCHTIGEN

## Muskuloskeletale Erkrankungen

Erkrankungen der Bewegungsorgane treten innerhalb der Strukturen auf, aus denen dieses Organ besteht, d. h. sie können an den Knochen, Gelenken und den umgebenden Weichteilen auftreten, wie z. B. an Bändern, Sehnen und deren Scheiden, Schleimbeutelentzündungen, Menisken usw.

# GRUNDLEGENDE DYSFUNKTIONEN, DIE DIE MOBILITÄT BEEINTRÄCHTIGEN

## Muskuloskelettale Erkrankungen

Ausgewählte muskuloskelettale Erkrankungen können einbezogen werden:

- aseptische Osteonekrose
- entzündliche Erkrankungen vom rheumatischen Typ
- degenerative Veränderungen
- Diskopathie und andere Veränderungen an der Wirbelsäule und den Iliosakralgelenken

# GRUNDLEGENDE DYSFUNKTIONEN, DIE DIE MOBILITÄT BEEINTRÄCHTIGEN

## Neurologische Dysfunktionen des Bewegungsapparates

Zu den häufigsten Ursachen für neurologische Funktionsstörungen des Bewegungsapparates gehören Schädigungen oder Störungen des Nervensystems - sowohl des zentralen als auch des peripheren. Diese Störungen wirken sich auf die Beeinträchtigung oder das Verschwinden der Skelettmuskelkontrolle und damit auf motorische Störungen des Bewegungsapparates, einschließlich Gangstörungen, aus.

# GRUNDLEGENDE DYSFUNKTIONEN, DIE DIE MOBILITÄT BEEINTRÄCHTIGEN

## Neurologische Dysfunktionen des Bewegungsapparates

Zu den neurologischen Ursachen der muskuloskelettalen Dysfunktion können gehören:

- Gehirnkrankheit,
- Entzündung des zentralen Nervensystems,
- Erkrankungen des Rückenmarks,
- neuromuskuläre Erkrankungen.

# GRUNDLEGENDE DYSFUNKTIONEN, DIE DIE MOBILITÄT BEEINTRÄCHTIGEN

## Traumatische muskuloskelettale Verletzungen

Als Folge einer Verletzung können sowohl das zentrale und periphere Nervensystem als auch die Weichteile und Knochen, die den Bewegungsapparat bilden, beschädigt werden. Zu den Knochenschäden können alle Gelenkfrakturen oder -verrenkungen gehören. Zu den Weichteilverletzungen gehören u. a. Prellungen, Quetschungen, Risse und Zerreißen von Strukturen wie Muskeln, Sehnen und Bändern.

## ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

## ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

Aufgrund der Merkmale des Bewegungsablaufs und der Ursachen der Störungen werden mehrere Arten des pathologischen Gangs unterschieden, zu denen gehören können

- Steppung,
- ataktischer Gang,
- Entengang,
- hemiparetischer Gang,
- Parkinsonscher Gang,
- paretischer Gang,
- spastischer Gang

## ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

- pathologischer Gang aufgrund von Asymmetrie in der Länge der unteren Gliedmaßen,
- Gangart mit kleinen Schritten,
- gebeugter Gang,
- Apraxischer Gang,
- Kleinhirn-Gangart,
- Stelzengang.

## ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

### Steppung

Auch bekannt als Pferdegang, Roosters Gang. Tritt bei Lähmungen des Peroneusnervs auf, bei Menschen mit schlaffen Paresen beider unterer Gliedmaßen. Am häufigsten und am stärksten betroffen sind die Muskeln der dorsalen Fußbeuger. Das vorherrschende Symptom ist das Vorhandensein des sogenannten Fallfußes. Der Kranke, der einen Schritt nach vorne machen will und gleichzeitig versucht, mit dem Fuß nicht auf den Boden zu kommen, ist gezwungen, die untere Extremität im Kniegelenk stärker zu beugen und höher zu heben.

## ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

### Ataktischer Gang

Der ataktische Gang tritt bei Patienten mit posteriorer Funiculis der Rückenmarksentzündung auf. Er ist durch Dysmetrie und ungleichmäßige Schritte gekennzeichnet. Er gehört zu den Fehlgangstypen symmetrischer Natur auf breiter Basis.

Beim ataktischen Gang wird die untere Extremität im Kniegelenk übermäßig nach vorne gebeugt. Dies wird von einem starken Aufprall mit dem Fuß auf dem Boden begleitet. Darüber hinaus ist der Gang ausgesprochen instabil.

Die Ursachen für diesen Zustand sind Propriozeptionsstörungen bei Erkrankung der Funiculi des Rückenmarks. Diese Gangart tritt daher bei Patienten mit propriozeptiven Empfindungsstörungen auf. Er ist typisch für Kleinhirn- und Rückenmarksataxie und Chorea.

## ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

### Entengang

Der Entengang tritt bei Menschen mit Lähmungen des Beckengürtels und der Oberschenkelmuskulatur auf, was wiederum zu einem seitlichen Schwanken beim Gehen und Schwierigkeiten beim Treppensteigen führt.

Die Hauptursachen für den Entengang sind Dysplasie, Luxation beider Hüftgelenke, Myopathien und Muskeldystrophie.

Der Entengang kann auch verursacht werden durch:

- Hüftschmerzen
- Versagen der Hüftgelenk-Abduktionsmuskulatur,
- strukturelle Anomalien der Hüfte .

# ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

## Entengang

Zu Beginn der Stützphase bewirkt die Lähmung des Gesäßmuskels, dass sich der Rumpf zurückzieht und die Hüfte auf der Seite der betroffenen Extremität nach vorne streckt. Die mittlere Gluteusmuskelinsuffizienz ist der Grund für die fehlende Stabilisierung des Beckens in der Stützphase. Bei einseitiger Insuffizienz fällt beim Stehen auf einem kranken Bein das Becken auf die gesunde Seite (Trendelenburg-Symptom). Beim Gehen kippt das Becken abwechselnd auf die eine Seite und die Schultern auf die andere Seite (Duchenne-Symptom).

# ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

## Hemiparetischer Gang

Der hemiparetische Gang tritt bei Patienten mit spastischer Hemiparese zerebralen Ursprungs (z. B. nach Schlaganfall) auf. Der Gang ermöglicht erhaltene Bewegungen im Hüftgelenk (der Patient macht Halbkreise) bei fehlender Beugung im Kniegelenk. Der Fuß bleibt in Klumpfußstellung. Die fehlende Bewegung im Kniegelenk und die Stellung des Fußes ist die Folge einer Spastik (die sogenannte Wernicki-Mann-Anordnung).

# ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

## Hemiparetischer Gang

Der Patient macht beim Gehen, aufgrund der fehlenden Bewegung in den Knie- und Sprunggelenken, bei einem Schritt mit einer kranken Gliedmaße einen Bogen ("mäht"). Er lehnt sich zur gesunden Seite hin (seitliche Beugung des Rumpfes). Aufgrund der Spastik ist die obere Gliedmaße oft am Ellenbogengelenk angehängt und gebeugt. Es besteht daher kein richtiges Gleichgewicht der oberen Gliedmaßen und des gesamten Körpers.

# ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

## Parkinsonsches Gangbild

Der parkinsonsche Gang, auch bekannt als Gang mit kleinen Schritten, ist ein charakteristisches Symptom der Parkinson-Krankheit. Der Patient hat Schwierigkeiten, das Gehen einzuleiten und anzuhalten. Zusätzlich geht dies mit einer fehlenden physiologischen Beteiligung der oberen Gliedmaßen einher.

Das Symptom, das mit Bewegungsschwierigkeiten einhergeht, ist unter anderem mit der charakteristischen Figur des Erkrankten verbunden. Es ist versteift und nach vorne gelehnt, und der Patient selbst hat eine erhöhte Fähigkeit zu fallen. Zu den Haltungstörungen gehören auch vertiefte Kyphose, Beugung der Hüft- und Kniegelenke.

# ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

## Paretischer Gang

Der paretische Gang ist eine charakteristische Gangart, die bei schlaffer Parese beider unterer Gliedmaßen auftritt. Er basiert auf Hochziehen, Durchstechen und Schlurfen mit den Füßen, während die Kniegelenke aufgrund der Spastik immobilisiert sind. Der Patient hebt seinen Fuß kaum vom Boden ab. Er bewegt sich langsam und mühsam, wobei er sich normalerweise auf einen Stock stützt oder die Hilfe einer anderen Person in Anspruch nimmt.

Sie ist charakteristisch für beidseitige Läsionen der Pyramidenbahnen (meist auf Höhe der Wirbelsäule) oder Querverletzungen des Rückenmarks. Es ist auch ein Symptom für bilaterale Veränderungen in der weißen Substanz des Gehirns.

# ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

## Spastischer Gang

Spastischer Gang, wie der Name schon sagt, tritt mit Spastik in den Hüft- und Kniegelenken auf. Spastischer Gang tritt meist bei Querschnittsgelähmten auf.

Der Patient beugt die Gliedmaßen leicht in den Gelenken, geht mit kleinen Schritten und scharrt mit den Füßen auf dem Boden. Die unteren Gliedmaßen bewegen sich langsam und steif, und die Oberschenkel sind stark angewinkelt. Dadurch können sich die Trommelstöcke beim Gehen kreuzen (Scherengang). Die Füße können plantarflexiert und invertiert sein. Außerdem kommt es vor, dass der Patient mit den Zehen am Boden hängen bleibt. Generell wirkt der Patient beim Gehen eingeeengt.

# ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

## Spastischer Gang

Beim spastischen Gang rotiert das Becken oft falsch. Bei der Rückwärtsrotation scheint ein Bein mehr eingezogen zu sein. Im Gegenzug übernimmt ein leistungsfähigeres Bein (nach vorne gestreckt) in der Regel die meiste Last (wie bei einer Halbseitenlähmung).

Bei einem typischen spastischen Schritt trifft nicht die Ferse, sondern die Finger zuerst auf den Boden. Wenn der Rücken gekrümmt ist und eine Lordose auftritt, kann eine übermäßige Kyphose der Brustwirbelsäule auftreten. Aufgrund der ungleichmäßigen Verteilung der Last, unterschiedlicher Längen der unteren Gliedmaßen und anderer Ursachen für die Asymmetrie der Steh- und Sitzhaltung tritt eine seitliche Krümmung der Wirbelsäule auf.

# ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

## Spastischer Gang

Darüber hinaus werden übermäßiges Schwingen der oberen Gliedmaßen oder übermäßige Abwehrreflexe beobachtet. Aus diesem Grund fehlen meist alternierende Armbewegungen. Es besteht eine Fehlstellung der Hände, wie in der früheren Periode der motorischen Entwicklung. Das Zurückziehen der Schultern kann von einem Zurückziehen des Beckens und der Hüften begleitet sein.

## ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

### Pathologischer Gang aufgrund von Asymmetrie in der Länge der unteren Gliedmaßen

Eine Asymmetrie in der Länge der unteren Extremitäten verursacht in der Regel ein Hinken der Person. Bei einer leichten Verkürzung der unteren Gliedmaßen (3-5 cm) kommt es zu keiner offensichtlichen Gangstörung, da der Patient diese Defekte durch die Beckenkipfung ausgleicht. Bei einer größeren Verkürzung (über 5 cm) wird die Länge der unteren Gliedmaßen ausgeglichen, indem der Fuß der kurzen Gliedmaße auf das Pferd gestellt und die längere Gliedmaße im Knie gebeugt wird.

## ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

### Pathologischer Gang aufgrund von Asymmetrie in der Länge der unteren Gliedmaßen

Die Schrittlänge nimmt auf der kürzeren Seite ab. Die Belastungszeit einer kürzeren Gliedmaße während des Gehens ist nicht reduziert, wie es beim Hinken aufgrund von Schmerzen in einer Gliedmaße der Fall ist. Außerdem gibt es auf der kürzeren Seite der Gliedmaße größere Beckenauslenkungen in der Frontalebene, wobei die Schultern auf der gegenüberliegenden Seite kippen.

## ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

### Pathologischer Gang aufgrund von Asymmetrie in der Länge der unteren Gliedmaßen

Eine Gliedmaßenverkürzung kann real oder scheinbar sein.

Echte Verkürzungen treten u. a. als Folge von Störungen des Verknöcherungsprozesses auf, bei Zuständen nach Brüchen der Gliedmaßen, insbesondere wenn es zu einer Vereinigung mit falscher Positionierung der Knochenfragmente gekommen ist.

Die scheinbare Verkürzung tritt bei der Muskelkontraktur im Hüftgelenk und der Flexionskontraktur auf. Die Abduktionskontraktur bewirkt die scheinbare Verlängerung der unteren Extremität.

# ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

## Gangart mit kleinen Schritten

Bei dieser Art der Bewegung wird der Schritt vorwärts unnatürlich reduziert. Infolgedessen ist die Schrittlänge kleiner und die Anzahl der Schritte pro Zeiteinheit größer. Es ist zu beachten, dass dies bei Menschen mit kurzen unteren Gliedmaßen eine normale Art des Gangs ist. In anderen Fällen kann es das Ergebnis einer Funktionsstörung der Großhirnrinde sein oder z. B. durch einen Schlaganfall verursacht werden.

## Krummer Gang

Tritt bei Kontraktion und Versteifung der Hüft- und Kniegelenke auf und schränkt die Bewegung der Lendenwirbelsäule ein.

## ARTEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS

### **Apraxischer Gang**

Die Bewegungen des Patienten sind unbeholfen und unsicher. Ursache ist eine kortikale Störung der Bewegungsintegrationsprozesse, meist als Folge einer Schädigung des Frontallappens.

### **Kleinhirn-Gangart**

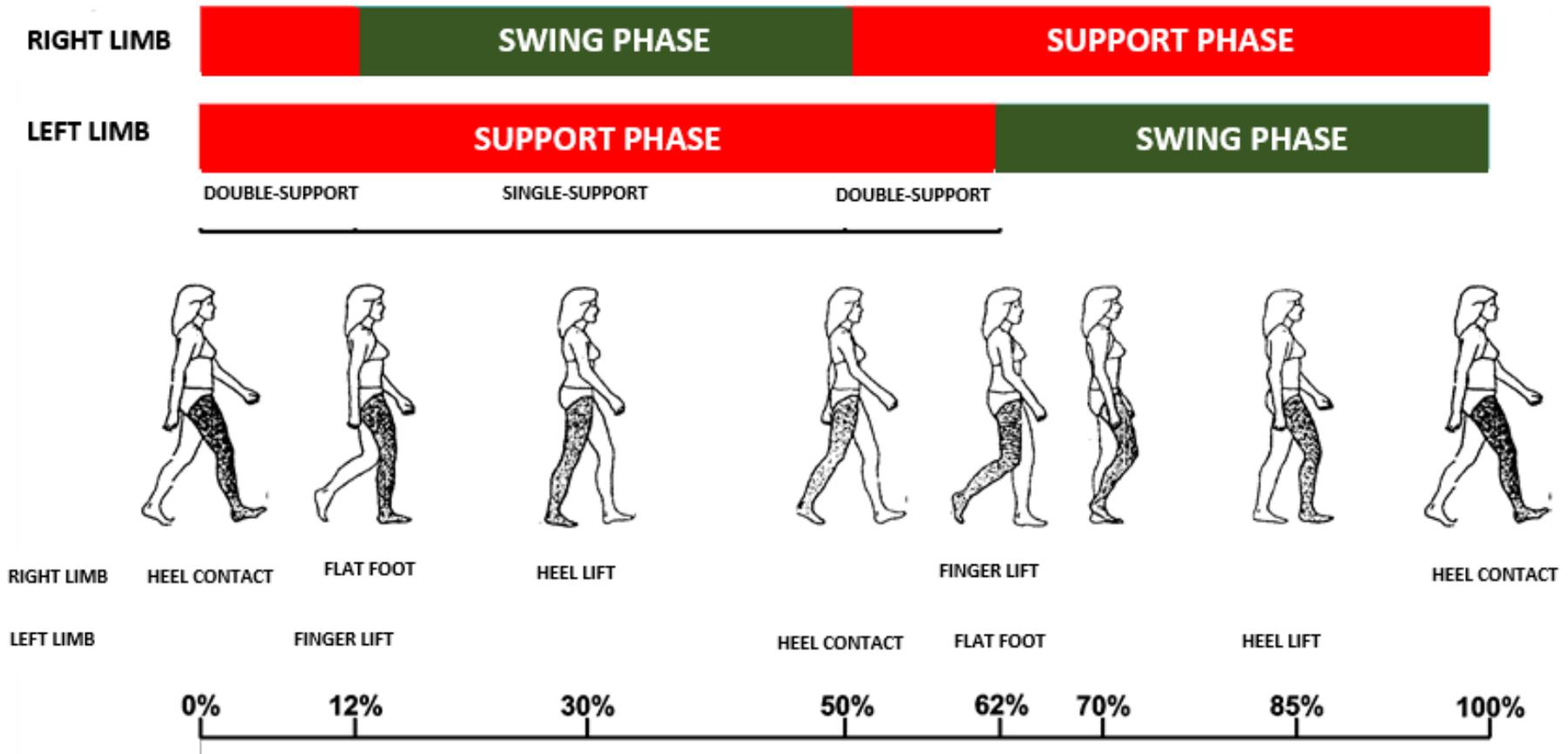
Verursacht durch eine Schädigung der Kleinhirnbahnen oder -zentren, ist sie durch einen Mangel an Koordination gekennzeichnet.

### **Stelzengang**

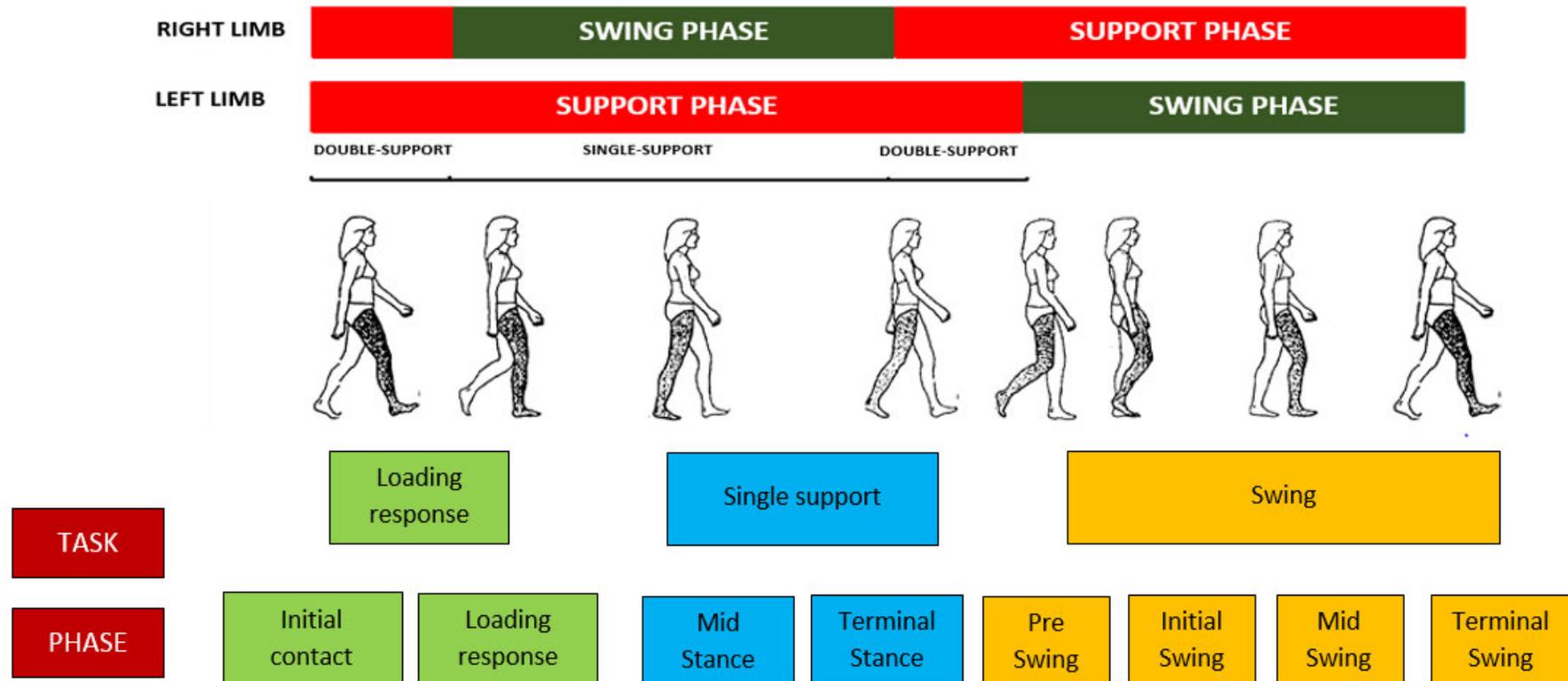
Ist die Wirkung der Vorfußamputation.

# AUSGEWÄHLTE VERÄNDERUNGEN, DIE IN EINZELNEN STADIEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS AUFTRETEN

# AUSGEWÄHLTE VERÄNDERUNGEN, DIE IN EINZELNEN STADIEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS AUFTRETEN



# AUSGEWÄHLTE VERÄNDERUNGEN, DIE IN EINZELNEN STADIEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS AUFTRETEN



# AUSGEWÄHLTE VERÄNDERUNGEN, DIE IN EINZELNEN STADIEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS AUFTRETEN

## Erstkontakt

Die Phase entspricht dem Kontakt des Fußes mit dem Boden, wodurch der nächste Gehzyklus beginnt. Bei einer gesunden Person beginnt diese Phase mit dem Aufsetzen des seitlichen Teils der Ferse auf den Boden. Sie ist auch der Beginn der Zwei-Stützen-Phase in der Analyse des Gangzyklus der gegenüberliegenden Gliedmaße.

Bei Gangstörungen kann der Beginn des Bodenkontakts des Fußes nicht von der Ferse, sondern vom Aufsetzen des gesamten Fußes oder der Zehen ausgehen. Diese Störungen können z. B. aus einer Spastik der Plantarflexormuskeln des Fußes, einer verminderten Beweglichkeit im Sprunggelenk oder Faktoren, die ein Absinken des Fußes während der Schwungphase verursachen, resultieren.

# AUSGEWÄHLTE VERÄNDERUNGEN, DIE IN EINZELNEN STADIEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS AUFTRETEN

## Ladeverhalten

In dieser Phase wird das Körpergewicht schnell auf die Gliedmaße übertragen. Die Übernahme des Körpergewichts ist mit der Abfederung dieser Kraft durch Abflachen des Fußes verbunden. Diese Phase dauert so lange, bis die gegenüberliegende Gliedmaße den Kontakt zum Boden verliert. Die meisten Muskeln arbeiten exzentrisch, d.h. sie erzeugen Kraft bei gleichzeitiger Längenzunahme. Dies dient dazu, die Bewegung teilweise zu verlangsamen, das Körpergewicht auf der Gliedmaße zu halten, aber auch um eine ununterbrochene Vorwärtsbewegung des Körpers zu gewährleisten.

Pathologisches Gehen in dieser Phase kann mit unsachgemäßer, exzentrischer Muskelarbeit oder unsachgemäßer Fußarbeit verbunden sein, die statt einer gleichmäßigen Bewegung schnell auf den Boden schlägt.

# AUSGEWÄHLTE VERÄNDERUNGEN, DIE IN EINZELNEN STADIEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS AUFTRETEN

## Mittelstellung

Dies ist die erste Phase in der Einzelstützphase des Gangs. Der gesamte Fuß haftet mit seiner gesamten Fläche am Boden und trägt das Gewicht des gesamten sich vorwärts bewegenden Körpers, der sich in dieser Phase genau darüber befindet. Ein wichtiges Element dieser Phase ist die Beibehaltung der Linearität der Gliedmaßen.

Die häufigsten Abweichungen von der Norm, die in dieser Phase zu sehen sind, sind die fehlende Linearität der Gliedmaße, die Überstreckung des Knies oder das Fallen des Beckens auf die gegenüberliegende Seite (Trendelenburg-Symptom), was auf das Versagen der Gesäßmuskeln der Gliedmaße bei der Unterstützung hinweist.

# AUSGEWÄHLTE VERÄNDERUNGEN, DIE IN EINZELNEN STADIEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS AUFTRETEN

## Endstellung

Es erfolgt eine weitere Bewegung des Körpers nach vorne über die untere Extremität. Das Körpergewicht beginnt, über den Vorderfuß gehalten zu werden. Die Aufgabe dieser Phase ist es, den Körperschwerpunkt aus der Stützebene zu bringen. Diese Phase endet, wenn die gegenüberliegende Gliedmaße auf dem Boden aufgesetzt wird. Für die ordnungsgemäße Durchführung dieser Phase ist eine gute Beweglichkeit in den Hüft- und Großzehengrundgelenken erforderlich. Der Mangel an richtiger Beweglichkeit in diesen Gelenken ist mit Abweichungen von der Norm in dieser Phase des Gangs verbunden.

# AUSGEWÄHLTE VERÄNDERUNGEN, DIE IN EINZELNEN STADIEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS AUFTRETEN

## Vorschwingen

Dies ist die Endphase der Unterstützung der analysierten Gliedmaße. Diese Gliedmaße wird schnell entlastet, indem das Körpergewicht auf die gegenüberliegende Gliedmaße verlagert wird. Dies ist die Vorbereitung für die Schwungphase und stellt gleichzeitig die zweite Periode der Zwei-Stützen-Phase dar.

Das häufigste Problem ist die unsachgemäße, unvollständige Verlagerung des Körpergewichts auf die gegenüberliegende Gliedmaße.

# AUSGEWÄHLTE VERÄNDERUNGEN, DIE IN EINZELNEN STADIEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS AUFTRETEN

## Anfänglicher Schwung

Dies ist die erste Phase der Schwungphase. Der Fuß wird über den Boden gehoben und der Oberschenkel beginnt, sich nach vorne zu bewegen.

Die häufigsten Probleme, die sich in dieser Phase bemerkbar machen, sind eine unzureichende funktionelle Verkürzung der Extremität oder das Fehlen einer aktiven Dorsalflexion des Fußes.

# AUSGEWÄHLTE VERÄNDERUNGEN, DIE IN EINZELNEN STADIEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS AUFTRETEN

## Mittelschwinge

In dieser Phase bewegt sich der Oberschenkel weiter nach vorne. Die Streckbewegung im Kniegelenk beginnt ebenfalls. Der Fuß wird in einer neutralen Position gehalten.

Die Probleme, die in dieser Phase auftreten, sind die gleichen wie in der anfänglichen Schwungphase: unzureichende funktionelle Verkürzung der Extremität oder das Fehlen einer aktiven Dorsalflexion des Fußes.

# AUSGEWÄHLTE VERÄNDERUNGEN, DIE IN EINZELNEN STADIEN DES PATHOLOGISCHEN GANGS AUFTRETEN

## Klemmenschaukel

Sie beginnt, wenn das Schienbein eine vertikale Linie kreuzt. Die Arbeit der Gliedmaße besteht darin, den Schwung des Unterschenkels zu verlangsamen und die Gliedmaße auf den anschließenden Bodenkontakt vorzubereiten. Im Kniegelenk findet eine Streckung der Gliedmaße statt. Die Muskeln arbeiten beim Abbremsen exzentrisch.

Das häufigste Problem, das in dieser Phase auftritt, ist eine unsachgemäße, exzentrische Muskelarbeit. Dies führt zu einer mangelnden Kontrolle über die Streckbewegung im Kniegelenk (unsachgemäßes Abbremsen dieser Bewegung), was wiederum dazu führt, dass der Unterschenkel mit zu hoher Geschwindigkeit nach vorne geworfen wird.

# AUSGEWÄHLTE ÄNDERUNGEN KINEMATISCHER GRÖSSEN, DIE BEIM PATHOLOGISCHEN GANG AUFTRETEN

# AUSGEWÄHLTE ÄNDERUNGEN KINEMATISCHER GRÖSSEN, DIE BEIM PATHOLOGISCHEN GANG AUFTRETEN

## Zeit-Raum-Parameter

Der pathologische Gang ist am häufigsten mit Veränderungen im Wert der Zeit-Raum-Parameter verbunden. In der Regel ist die Schrittlänge verkürzt. Auch die Kadenz verändert sich. Beide Veränderungen wirken sich auf die Ganggeschwindigkeit aus, die in der Regel abnimmt.

Die Bestimmung von Veränderungen des Wertes der Zeit-Raum-Werte des Gangs erfolgt in der Regel durch Vergleich mit den Durchschnittswerten. Beim normalen Gehen schwankt die Gehgeschwindigkeit gesunder Menschen zwischen 4 - 6 km/h. Die Schrittfrequenz liegt bei dieser Geschwindigkeit meist im Bereich von 90 - 120 Schritten pro Minute, die Schrittlänge bei 70 - 82 cm.

# AUSGEWÄHLTE ÄNDERUNGEN KINEMATISCHER GRÖSSEN, DIE BEIM PATHOLOGISCHEN GANG AUFTRETEN

## Zeit-Raum-Parameter

Die Analyse der Ganggeschwindigkeitsänderung sollte auch durch den Bezug des gemessenen Wertes auf den theoretischen Wert, der sich aus der Formel für die Komfortgeschwindigkeit ergibt, angereichert werden.

$$V_c = a\sqrt{gl}$$

wo:

g - Schwerkraftkonstante (9,81 m/s<sup>2</sup>)

l - Länge des Schenkels,

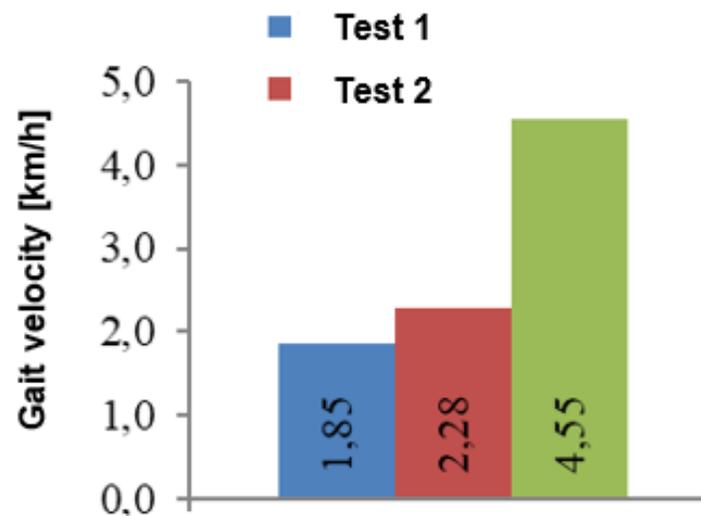
a - Proportionalitätsfaktor.

Der Koeffizient a beträgt laut Literaturberichten 0,4 nach [5] oder 0,42

# AUSGEWÄHLTE ÄNDERUNGEN KINEMATISCHER GRÖSSEN, DIE BEIM PATHOLOGISCHEN GANG AUFTRETEN

## Zeit-Raum-Parameter nach Schlaganfall

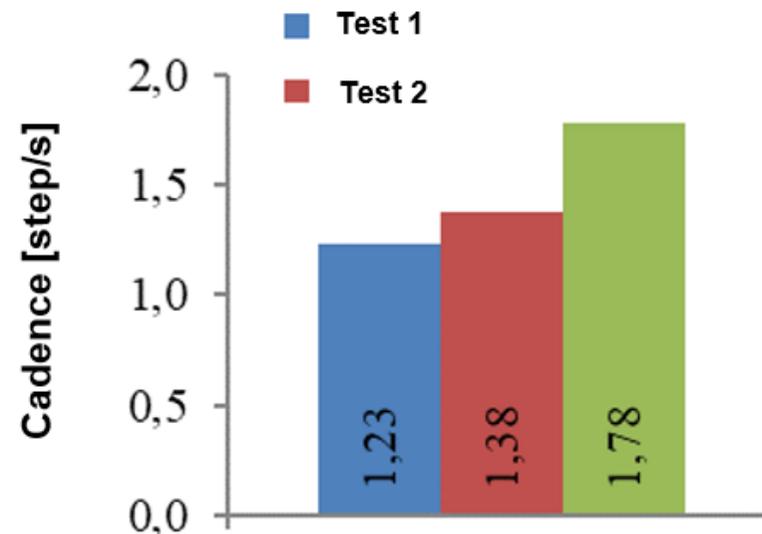
Die folgenden Diagramme zeigen die Werte für Gehgeschwindigkeit, Kadenz und Schrittlänge, die für eine Person nach einem Schlaganfall ermittelt wurden. Die Ergebnisse basieren auf eigenen Untersuchungen.



Die vor Beginn (Test 1) und nach Ende (Test 2) der Rehabilitation ermittelte Ganggeschwindigkeit

# AUSGEWÄHLTE ÄNDERUNGEN KINEMATISCHER GRÖSSEN, DIE BEIM PATHOLOGISCHEN GANG AUFTRETEN

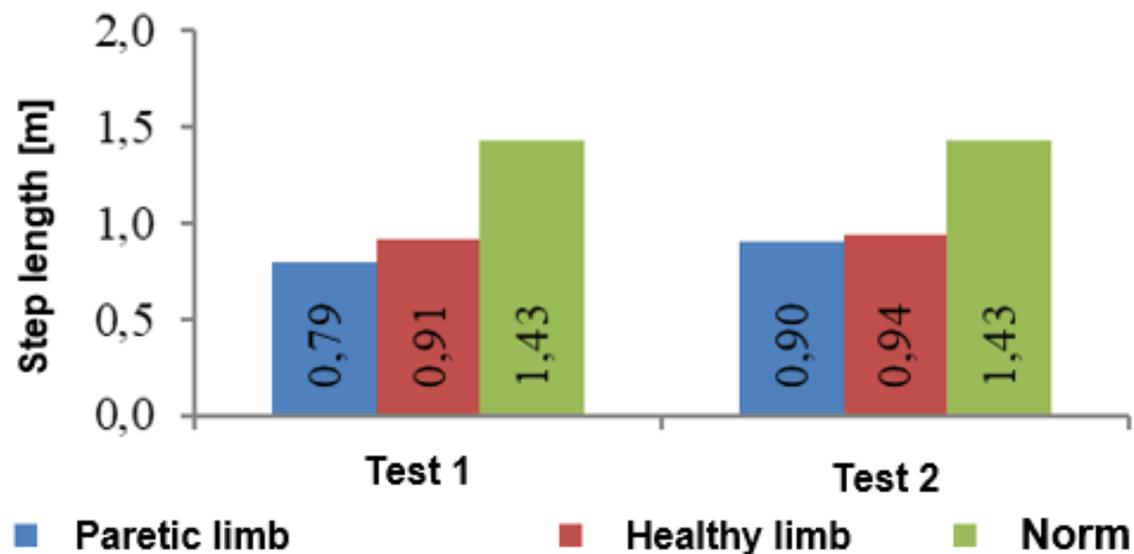
## Zeit-Raum-Parameter nach Schlaganfall



Trittfrequenz vor Beginn (Test 1) und nach Ende (Test 2) der Rehabilitation ermittelt

# AUSGEWÄHLTE ÄNDERUNGEN KINEMATISCHER GRÖSSEN, DIE BEIM PATHOLOGISCHEN GANG AUFTRETEN

## Zeit-Raum-Parameter nach Schlaganfall



Bestimmung der Schrittlänge vor Beginn (Test 1) und nach Ende (Test 2) der Rehabilitation

# AUSGEWÄHLTE ÄNDERUNGEN KINEMATISCHER GRÖSSEN, DIE BEIM PATHOLOGISCHEN GANG AUFTRETEN

## Gemeinsame Winkelkurse

Der Verlauf der Gelenkwinkel gehört zu den Parametern, die am deutlichsten Veränderungen in der Biomechanik des pathologischen Gangs im Vergleich zum normalen Gang zeigen. In diesen Kurvenformen kann man sowohl nachfolgende Becken- und Gliedmaßenpositionen, gegenseitige Positionen der einzelnen Gliedmaßenelemente als auch die Symmetrie der Bewegung beobachten.

# AUSGEWÄHLTE ÄNDERUNGEN KINEMATISCHER GRÖSSEN, DIE BEIM PATHOLOGISCHEN GANG AUFTRETEN

## Gemeinsame Winkelkurse

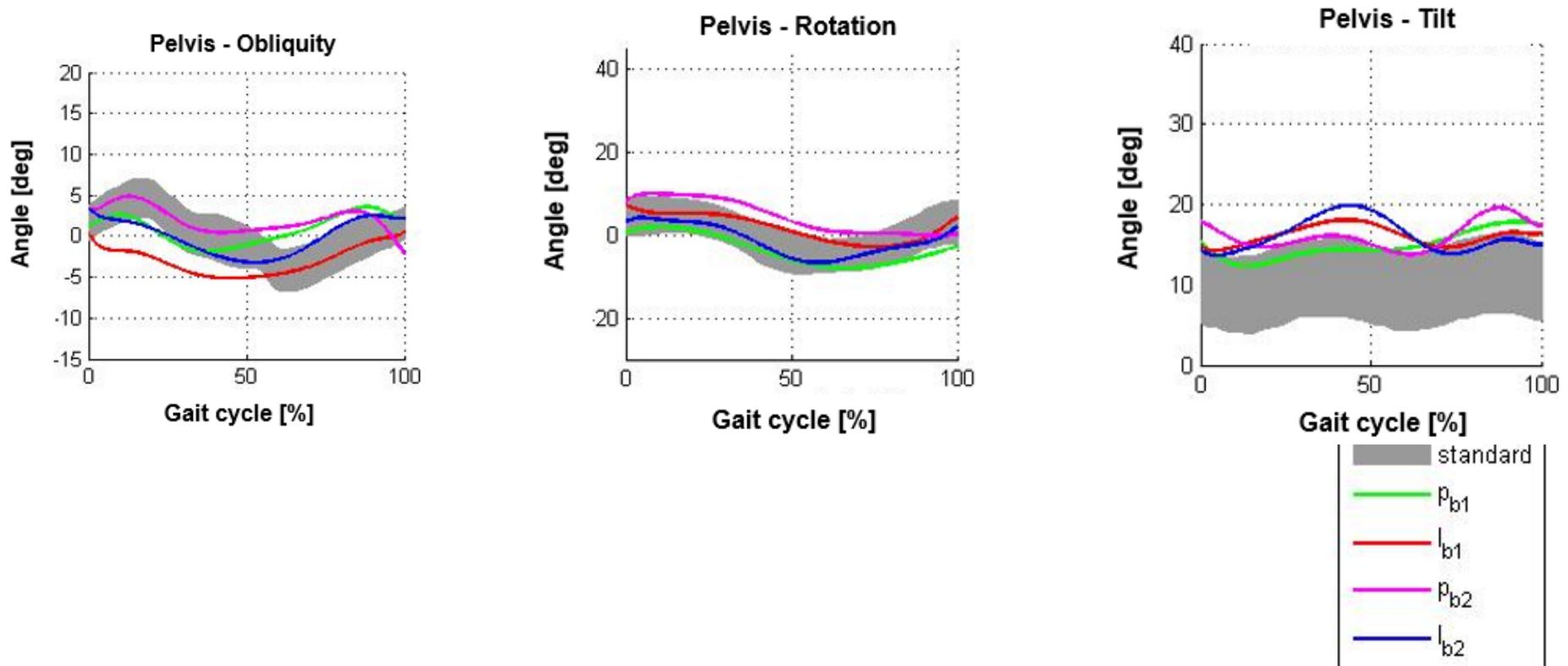
Die Analyse der Verläufe von Gelenkwinkeln sollte in beiden Fällen durchgeführt werden:

- in Form von Winkelwerten in den Gelenken in den einzelnen Gangphasen, bezogen auf die für den normalen Gang ermittelten Winkel,
- in Bezug auf die Qualität der Bewegung - ob sie ruckartig, wackelig ist oder der richtigen Flugbahn folgt,
- Form der Änderung des Gelenkwinkels im Laufe der Zeit - es sollte beobachtet werden, ob der resultierende Graph der Winkeländerung im Laufe der Zeit dem richtigen ähnlich ist, auch wenn der Bewegungsbereich, d.h. die Werte der Winkel, die in den nachfolgenden Bewegungsphasen erhalten werden, von der Norm abweichen.



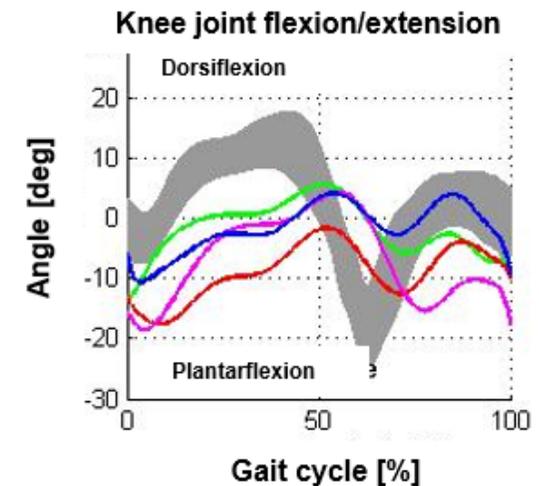
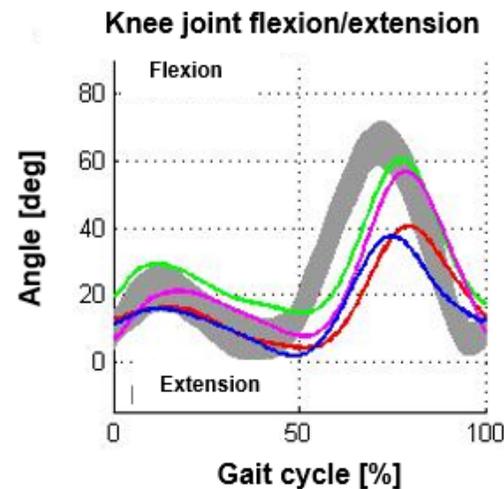
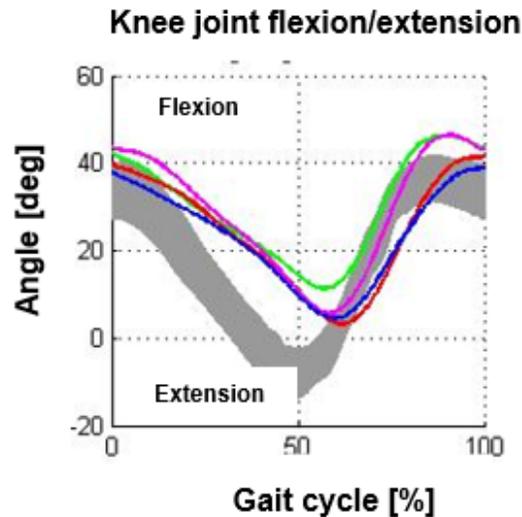
# AUSGEWÄHLTE ÄNDERUNGEN KINEMATISCHER GRÖSSEN, DIE BEIM PATHOLOGISCHEN GANG AUFTRETEN

## Gelenkwinkelkurse für Patienten nach Schlaganfall



# AUSGEWÄHLTE ÄNDERUNGEN KINEMATISCHER GRÖSSEN, DIE BEIM PATHOLOGISCHEN GANG AUFTRETEN

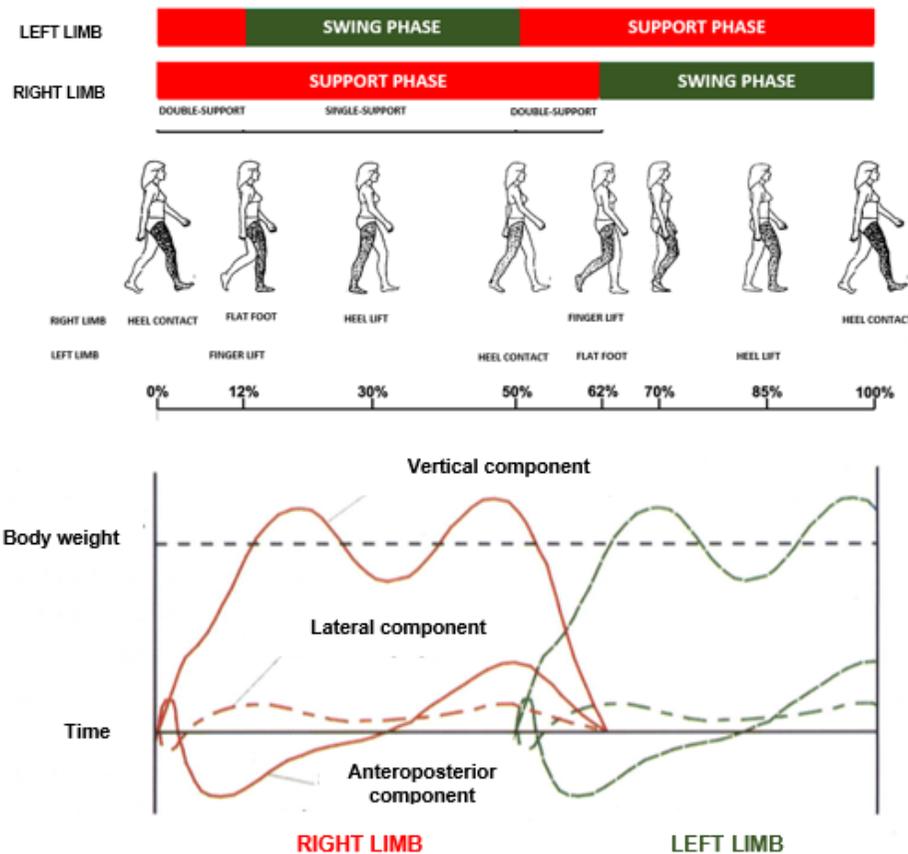
## Gelenkwinkelkurse für Patienten nach Schlaganfall



# BEISPIELE FÜR VERÄNDERUNGEN DER DYNAMISCHEN PARAMETER BEIM PATHOLOGISCHEN GANG

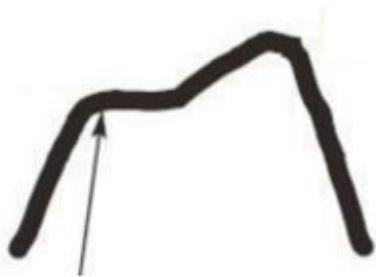
# BEISPIELE FÜR VERÄNDERUNGEN DER DYNAMISCHEN PARAMETER BEIM PATHOLOGISCHEN GANG

## Bodenreaktionen



# BEISPIELE FÜR VERÄNDERUNGEN DER DYNAMISCHEN PARAMETER BEIM PATHOLOGISCHEN GANG

## Bodenreaktionen



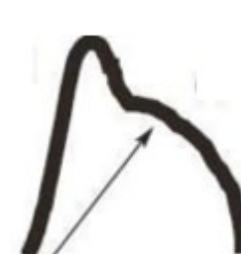
Fersenplateau



Mittelland



Zentrale Depression



Vorwurzel-Plateau

# GEHEN AUF KRÜCKEN ALS BEISPIEL FÜR PATHOLOGISCHES GANGBILD



## GEHEN AUF KRÜCKEN ALS BEISPIEL FÜR PATHOLOGISCHES GANGBILD

Es können eine oder zwei Kugeln verwendet werden. Nachfolgend finden Sie eine Übersicht über den Grad der Entlastung bei Verwendung von einer und zwei Kugeln

- mit einer Krücke

Die Fortbewegung mit 1 Krücke bietet die Möglichkeit, die Gliedmaße von 0 bis 50% zu entlasten (Krücke auf der Seite der gesunden unteren Gliedmaße gehalten). Die Entlastung von 50 % der Gliedmaße wird dadurch konditioniert, dass die Krücke mehr von der unteren Gliedmaße wegbewegt wird als beim Gehen mit 2 Krücken. Wenn die Krücke mehr parallel zur unteren Extremität steht, wird die Entlastung weniger als 50% betragen.

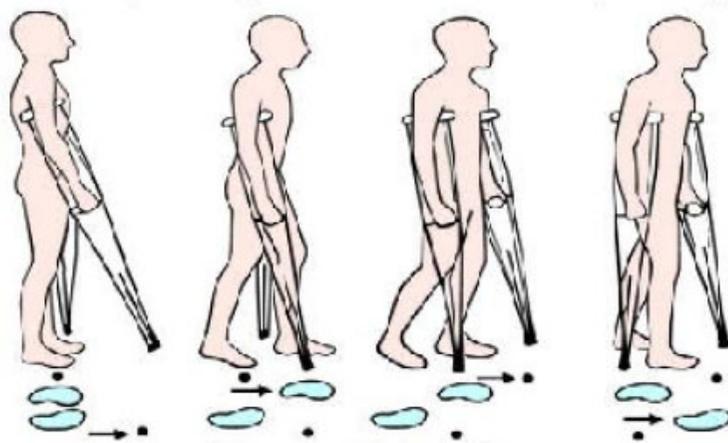
## GEHEN AUF KRÜCKEN ALS BEISPIEL FÜR PATHOLOGISCHES GANGBILD

- mit zwei Krücken

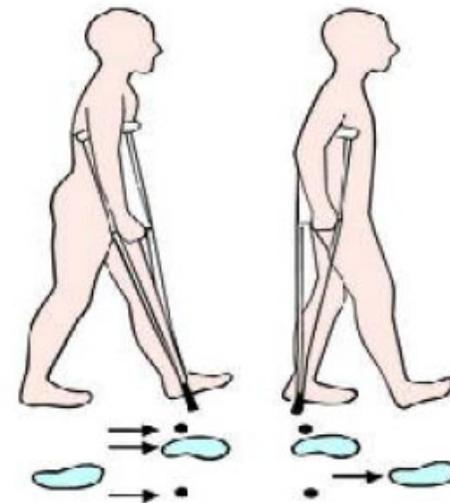
Die Fortbewegung mit 2 Krücken bietet die Möglichkeit, die Gliedmaße von 0 % (volle Belastung) bis 100 % (volle Entlastung) zu entlasten. Die Entlastung bei 0% entspricht einer 100%igen Belastung und kann als "Gehen mit Krücken" bezeichnet werden. Es ist zu beachten, dass trotz der Tatsache, dass die Fortbewegung mit Krücken mit 0% Entlastung der Gliedmaße möglich ist, diese beim Gangelernen nur sporadisch verwendet wird.

# GEHEN AUF KRÜCKEN ALS BEISPIEL FÜR PATHOLOGISCHES GANGBILD

## Arten des Gehens an Krücken



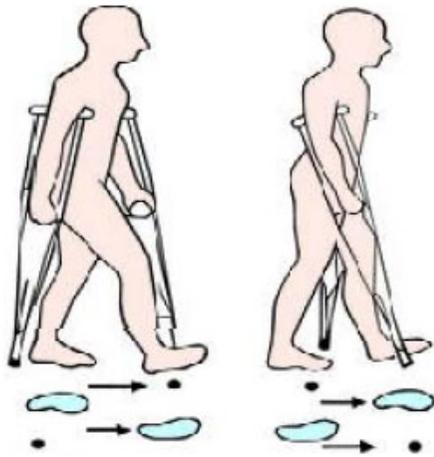
Vier-Punkt-Gang



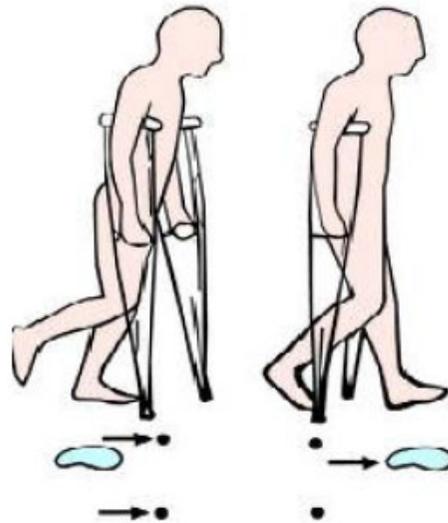
Drei-Punkt-Gang

# GEHEN AUF KRÜCKEN ALS BEISPIEL FÜR PATHOLOGISCHES GANGBILD

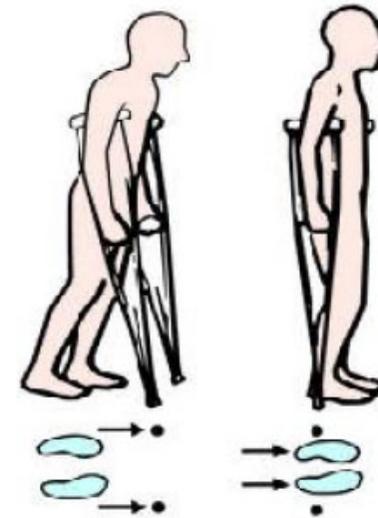
## Arten des Gehens an Krücken



Zwei-Punkt-Gang



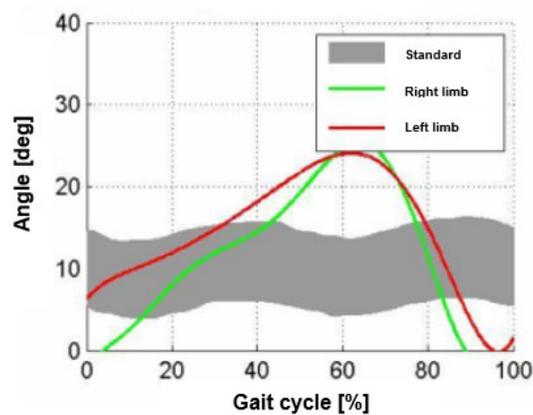
Swing-through-Gang



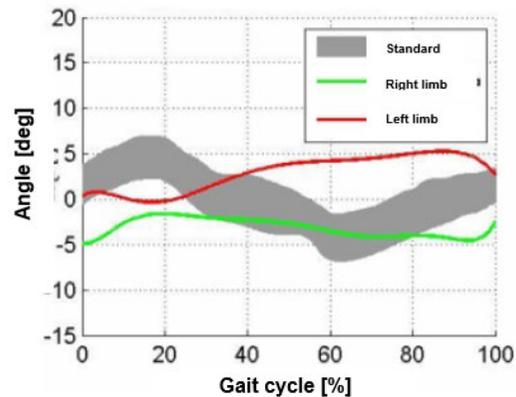
Swing-to-Gang

# GEHEN AUF KRÜCKEN ALS BEISPIEL FÜR PATHOLOGISCHES GANGBILD

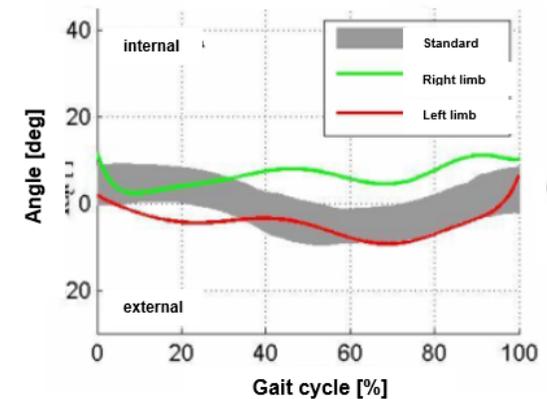
## Beispiele für Verläufe von Gelenkwinkeln beim Schwingen zum Gang



Anordnung des Beckens in der Sagittalebene



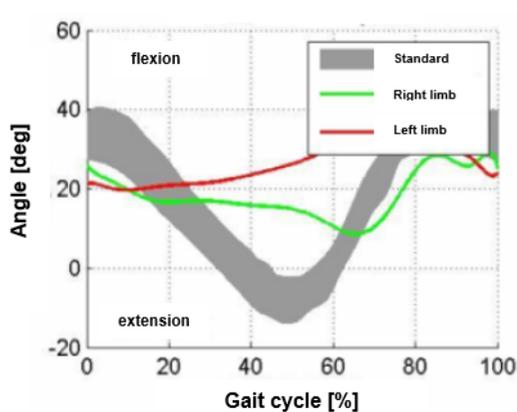
Anordnung des Beckens in der Frontalebene



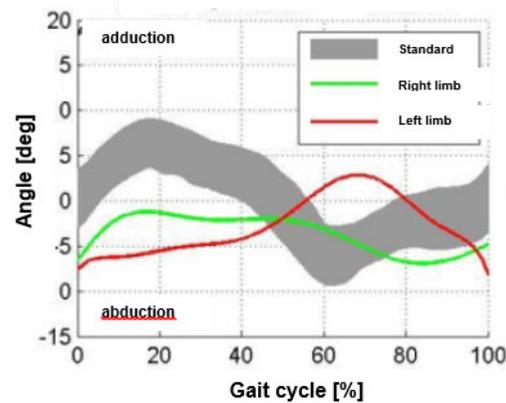
Anordnung des Beckens in der Transversalebene

## GEHEN AUF KRÜCKEN ALS BEISPIEL FÜR PATHOLOGISCHES GANGBILD

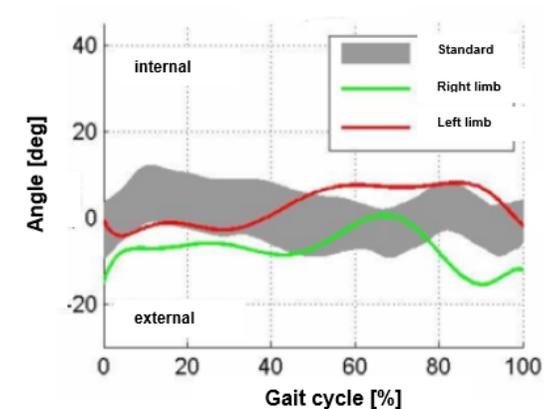
### Winkelprogressionen beim Gehen an Krücken durch Schwanken auf die Höhe der Krücken



Änderung des Hüftwinkels in der Sagittalebene



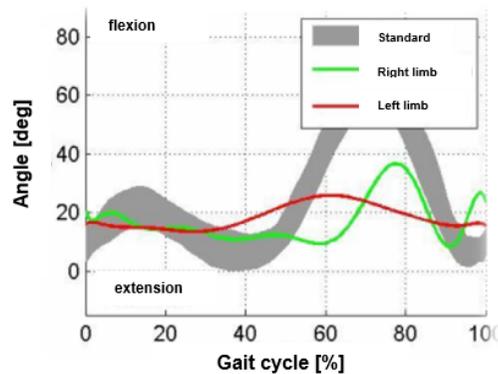
Ändern des Hüftwinkels in der Frontalebene



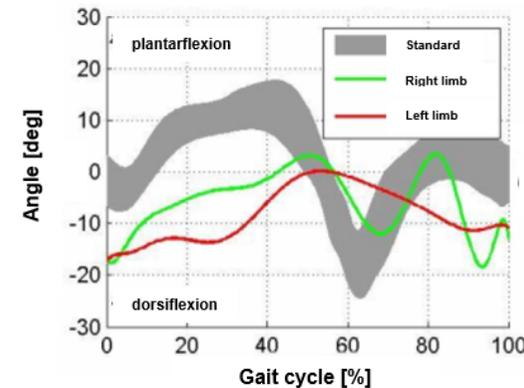
Änderung des Hüftwinkels in der Transversalebene

## GEHEN AUF KRÜCKEN ALS BEISPIEL FÜR PATHOLOGISCHES GANGBILD

Winkelprogressionen beim Gehen an Krücken durch Schwanken auf die Höhe der Krücken



Ändern des Winkels am Kniegelenk (Flexion/Extension)



Ändern des Winkels am Sprunggelenk (Dorsalflexion/Plantarextension)

# SCHLÜSSELIDEEN



## SCHLÜSSELIDEEN

- Analyse kinematischer Größen beim pathologischen Gang Ausgewählte Dysfunktionen des Bewegungsapparates
- Arten des pathologischen Gangs.
- Ausgewählte Veränderungen der kinematischen und dynamischen Größen beim pathologischen Gang
- Gehen auf Krücken als Beispiel für pathologisches Gehen
- Analyse der kinematischen Größen beim pathologischen Gang

## BIBLIOGRAPHIE



## BIBLIOGRAPHIE

Błaszczyk J.W.: Biomechanika kliniczna, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2004.

Dega W.: Ortopedia i rehabilitacja, Wydawnictwo PZWL, Warszawa 2006.

England SA, Granata KP.: The influence of gait speed on local dynamic stability of walking. *Gait&Posture*, 2007, 25, 172-8.

Konieczny G., Wrzosek Z.: Selected locomotor organ dysfunctions. In: *Grundlagen der Rehabilitation für Medizinstudenten*. Ed. Zdzisław Wrzosek. PZWL Wydawnictwo Lekarskie, 2012



## BIBLIOGRAPHIE

McAndrew PM, Dingwell JB, Wilken JM.: Walking variability during continuous pseudo-random oscillations of the support surface and visual field. J Biomech, 2010, 43, 1470–5

McAndrew Young PM, Dingwell JB.: Voluntary changes in step width and step length during human walking affect dynamic margins of stability. Gait&Posture, Elsevier B.V.; 2012, 36, 219–24

Rábago CA, Dingwell JB, Wilken JM.: Reliability and Minimum Detectable Change of Temporal-Spatial, Kinematic, and Dynamic Stability Measures during Perturbed Gait. Haddad JM, editor. PLoS One 2015;10:e0142083



## BIBLIOGRAPHIE

Syczewska M., Lebiódowska M., Kalinowska M.: Analiza chodu w praktyce klinicznej, [W:] Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000, Pod red. Macieja Nałęcz, Tom 5, Biomechanika i inżynieria rehabilitacyjna, Red. Romuald Będziński [i in.], Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2004

Tejszerska D., Świtoński E.: Biomechanika inżynierska, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004

Wallmann H.W.: Physical Matters: Introduction to Observational Gait Analysis. Home Health Care Management & Practice, December 2009, 22 (1)



## BIBLIOGRAPHIE

<https://docplayer.pl/7488681-Podstawy-biomechanicznej-analizy-chodu-czlowieka.html> 01.2020

[http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/\\_/viewer.aspx?path=MosbyMD&name=crutch\\_gait.jpg](http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/_/viewer.aspx?path=MosbyMD&name=crutch_gait.jpg) 01.2020.



