

MUNI

Kineziologie chůze

Bazalová P., Bartošová S,

„Chůze je dopředný pohyb, jehož cyklus se skládá z dvojkroků, a probíhá v intervalu mezi opakovaným kontaktem paty stejné nohy s podložkou“.

(Kalichová 2014)

„Chůze je základní lokomoční stereotyp vybudovaný v ontogenezi na fylogeneticky fixovaných principech charakteristických pro každého jedince“.

(Kolář 2009)

Fylogeneze lokomoce

- Obojživelníci a plazi – střídavá kvadrupedální lokomoce - lateroflexe páteře abdukce v kořenových kloubech, flexe středních kloubů
- Kvadrupedální savci – při běhu pohyb pomocí ext/fl páteře
- Primáti - schopni krátké bipedální lokomoce bez vzpřímení pánve, - VR + FL DKK, lateroflexe páteře

V čem je nevýhodná bipedání lokomoce?

- menší stabilita menší rychlost pohybu vyšší nároky na koordinaci segmentů těla Výhody uvolnění HKK pro manipulaci zlepšení vizuální orientace

Proč je pro náš druh výhodná?

uvolnění HKK pro manipulaci, zlepšení vizuální orientace

Ontogeneze

- Od átku 4. trimenonu se u te objevuje **vertikalizace do stoje**, a to buď př es klek nebo dř ep.
- Na konci 4. trimenonu – úkroky do stran
- Následuje **chůze v prostoru** (od něčeho/někoho k něčemu)
- Později **volná chůze v prostoru**
- V průběhu batolecího věku: zvyšování síly DKK, zlepšení rovnováhy – zúžení báze, mění se délka kroku, odraz od palce
- 5 □ Postupně se snižuje energetická náročnost (**ekonomika chůze**)



<https://mojebetynka.maminka.cz/clanek/10-veci-ktere-musite-vedet-o-chuzi-batolat#part=1>

Lokomoce u dětí 1-6let

- 1 – 2roky – větší PF, v kolenním kloubu semiflexe
- menší rozsah FL/EX v kyčelním kloubu
- širší opěrná báze (zmenšuje se ve 4 –7 letech)
- větší kadence kroků
- menší délka krokového cyklu (dosahuje hodnot dospělé chůze cca v 15 letech) kontakt celou ploskou (chybí počáteční kontakt paty) absence recipročních souhybů HKK (objevují se ve 4 letech)

Centrální mechanismy řízení pohybu

- koncepce (idea) pohybu – limbická kůra a kůra frontálního aoku
- taktika – asociační korová oblast
- iniciace pohybu: asociační kůra - bazální ganglia- thalamus- premotorická a doplňková motorická kůra
- předprogramování a kontrola pohybu: asociační k. -nucleus pontis-later. – cerebellum -thalamus - motorická kůra
- kortikální pohyb – relativně pomalý a opravován
- rychlý pohyb – zautomatizovaný, naprogramovaný

Centrální mechanismy řízení pohybu

A) Teorie centrálních generátorů lokomočních vzorů

- přijímá vzruchy z periferních receptorů
- v oblasti mezencephala a v krčních segmentech míchy (lokomoční pruh)

- korekční pohybové reakce – preprogramované balanční pohyby dále korigovány volní činností

B) Teorie dynamických lokomočních vzorů

- systém vytvářející pohyb (CNS, efekторы, vnější a vnitřní působící síly)
- popisuje přesněji komplexní chování, oscilační pohybové reakce a změny koordinace

- lokomoce je pohyb z místa na místo.
- chůze je řízený pád, ve kterém tělo padá vpřed z pozice stabilní, zajištěné stojnou dolní končetinou, na druhostrannou dolní končetinu.
- základní jednotkou chůze je krokový cyklus

Časoprostorové charakteristiky

Rychlost chůze – průměrná rychlost 1,35 m/s
maximální 3,6 m/s

Časový interval KC – pomalá chůze 3 s rychlá
chůze 1s

Frekvence (kadence) chůze – 113- 118 kr/min

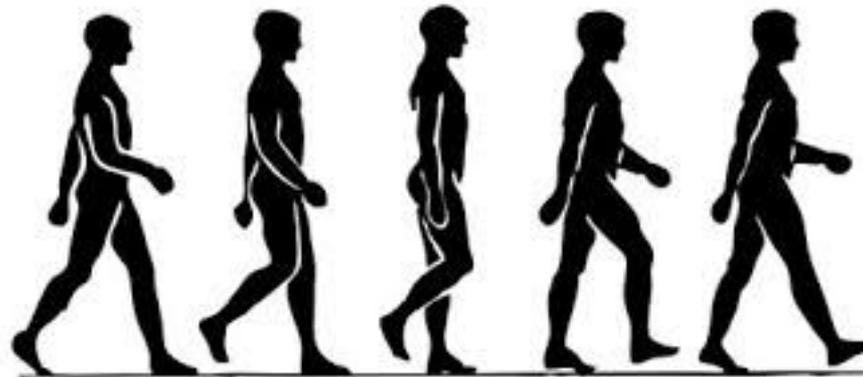
Průměrná vzdálenost za den - 3,2 – 6

Chůze myofasciální síť

- **excentrické prodloužení** tkáně - tlumení nárazu pomáhá tělu vrátit se opačným směrem (fáze návratu)
- během chůze dochází k mechanickému zatížení fascií tahem a hybností (dopředné a rotační síly)
- neschopnost disipace kinetické E způsobuje přetěžování tkání (tlumení příliš velké kinetické E či nutnost opakované koncentrické kontrakce)
- kosti, elastické prvky - nutné před napětí (**tenze dává integritu**)

Fáze chůze

- fáze zahajovací
- fáze cyklická
 - cyklické pohyby jsou popsány v rámci krokového cyklu
- fáze ukončení



<http://www.zenprozeny.cz/art/8835-dva-z-peti-cechu-neumi-chodit-a-zpusobuji-si-bolest/>

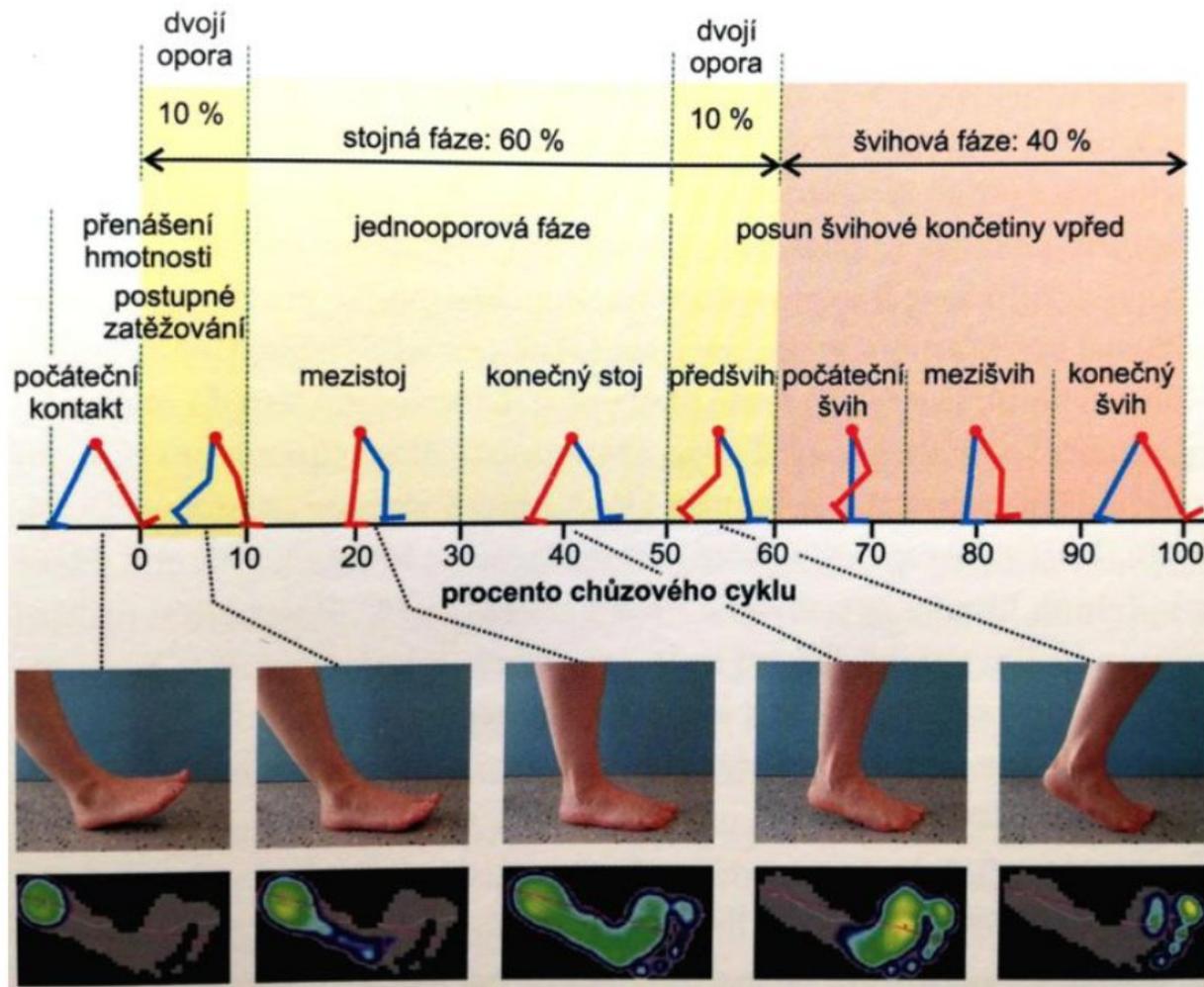
Krokový cyklus

- KC= 2 kroky
- Krok – začíná iniciální kontaktem 1. DK a končí iniciálním kontaktem 2. DK
- **Základní dělení KC:**

stojná fáze = stance phase (60%)

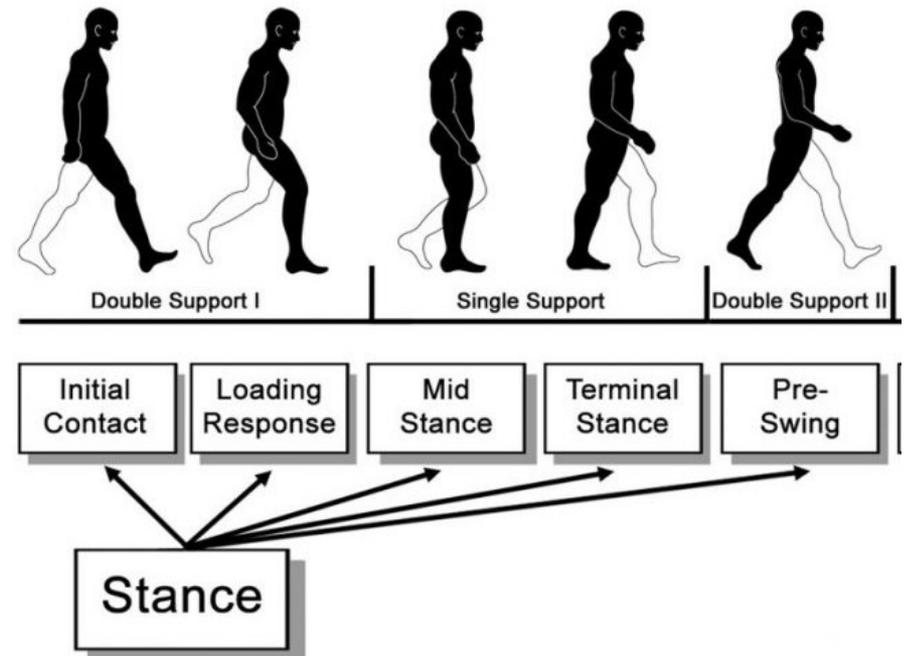
švihová fáze = swing phase (40%)

Krokový cyklus



Stojná fáze:

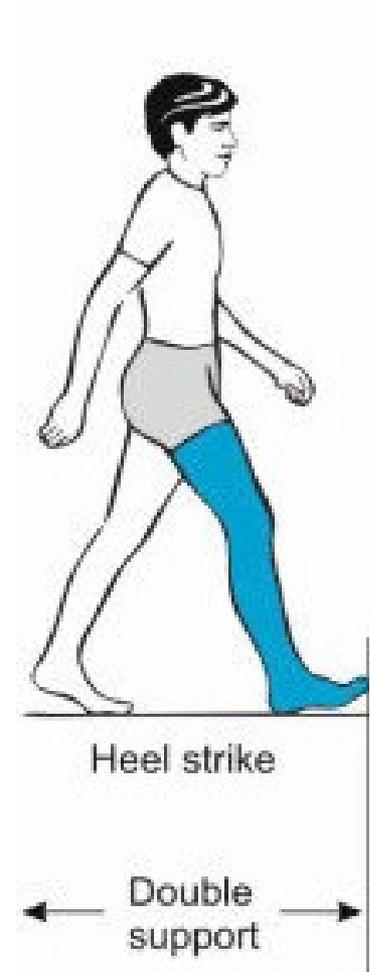
- **Iniciální kontakt** (Initial Contact)
- **Období postupného zatížení** (Loading Responce)
- **Období střední opory** (Mid Stance)
- **Období aktivního odrazu** (Terminal Stance)
- **Období pasivního odrazu** (PreSwing)



<https://www.protokinetics.com/understanding-phases-of-the-gait-cycle/>

Stojná fáze – iniciální kontakt

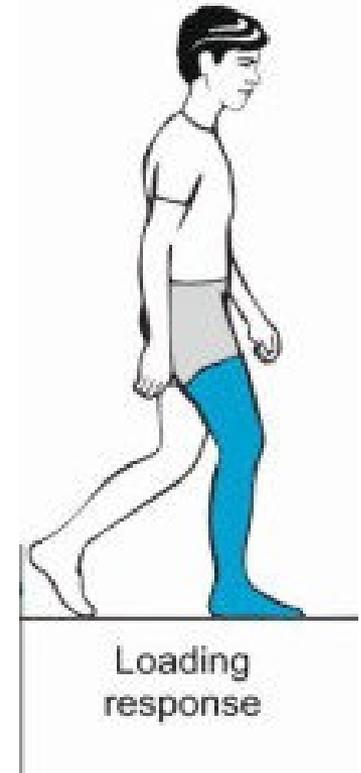
- během tohoto období dochází k přenosu hmotnosti z jedné DK na druhou.
- nejčastěji začíná kontaktem paty (**Heel Strike, HS**).
- v průběhu počátečního kontaktu je kyčelní kloub (KYK) ve flexi, kolenní kloub (KOK) v extenzi a hlezenní kloub se z flexe dostává do neutrální pozice
- gluteus maximus, HMS
- adduktory – rotují pánev ke stojné DK
- m.tibialis anterior



https://www.researchgate.net/figure/Phases-of-the-normal-gait-cycle_fig3_309362425

Stojná fáze – období postupného zatížení

- Dochází k dalšímu přenášení váhy a většímu zatížení chodidla stojné DK, na konci této fáze dochází k plnému kontaktu plosky (Foot Flat, FF).
- Období končí posledním kontaktem palce nohy kontralaterální DK**
- KOK se flektuje aby mohlo dojít k absorpci nárazu
- Tato fáze je stěžejní v reakci a adaptaci na terén, dochází ke stabilizaci DK a pánve
- m. gl.max
- add. magnus,
- m. gl.med
- m. auadriceps femoris – excentricky
- HMS
- m. tibialis anterior – excentricky

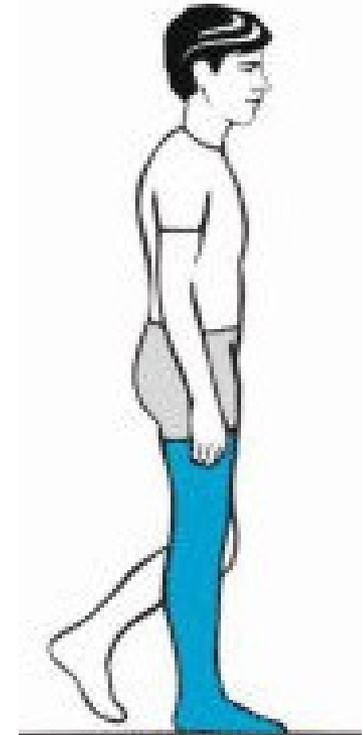


https://www.researchgate.net/figure/Phases-of-the-normal-gait-cycle_fig3_309362425

MUNI

Stojná fáze – období střední opory

- období střední opory začíná tím, že na kontralaterální DK dochází ke **odlepení palce nohy** (opposite Toe Off, oTO).
- touto fází začíná opora o jednu DK.
- dochází k přenosu těla nad stabilním chodidlem, KOK i KYK jsou extendovány, v hlezenním kloubu dochází k flexi. **Vertikálně se tělo dostává do nejvyšší možné pozice.**
- období končí **nadzvednutím paty stojné nohy** (Heel Off, HO).
- m. gmax - útlum
- m. QF – excentricky
- koncentricky
- m. gluteus medius
- m. TFL
- m. TA- útlum
- m. TS

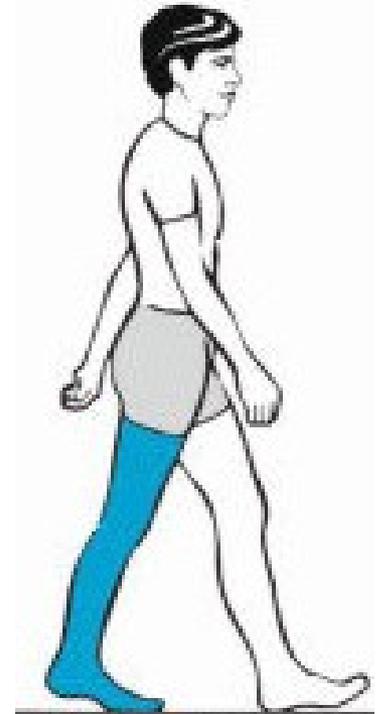


Mid-stance

https://www.researchgate.net/figure/Phases-of-the-normal-gait-cycle_fig3_309362425

Stojná fáze – období aktivního odrazu

- Někteří autoři toto období nazývají aktivní propulze (active propulsion)
- Dochází k odlehčení paty a přenosu váhy na přednoží.
- V KOK po dokončení extenze dochází opět k flexi, v KYK roste extenze.
- Stojná DK je zodpovědná za stabilitu nejen DK ale i pánve a trupu.
- **Konec této fáze je spojen s iniciálním kontaktem kontralaterální DK.**
- ABD útlum
- koncentricky m. TS
- m. TA
- m. FHL

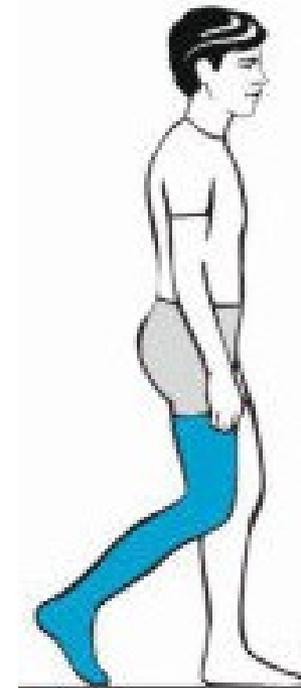


Terminal stance

https://www.researchgate.net/figure/Phases-of-the-normal-gait-cycle_fig3_309362425

Stojná fáze – období pasivního odrazu

- někdy je tato fáze nazývána i jako **předšvih**
- jedná se o druhé a poslední období dvojí opory v KC.
- pasivní odraz končí **odlepením palce (Toe Off, TO) stojné končetiny**, zároveň se tak jedná i o poslední období stojné fáze.
- dochází ke snižování extenze v KYK, zvyšuje se flexe v KOK a noha se pohybuje do extenze.
- m. adductor longus
- flexor kyč. kl z max. EX
- m. rectus femoris excentricky – kontrola FL v kol. kl. m. TS – zvýš.PF v hlez. Kloubu
- m. FH

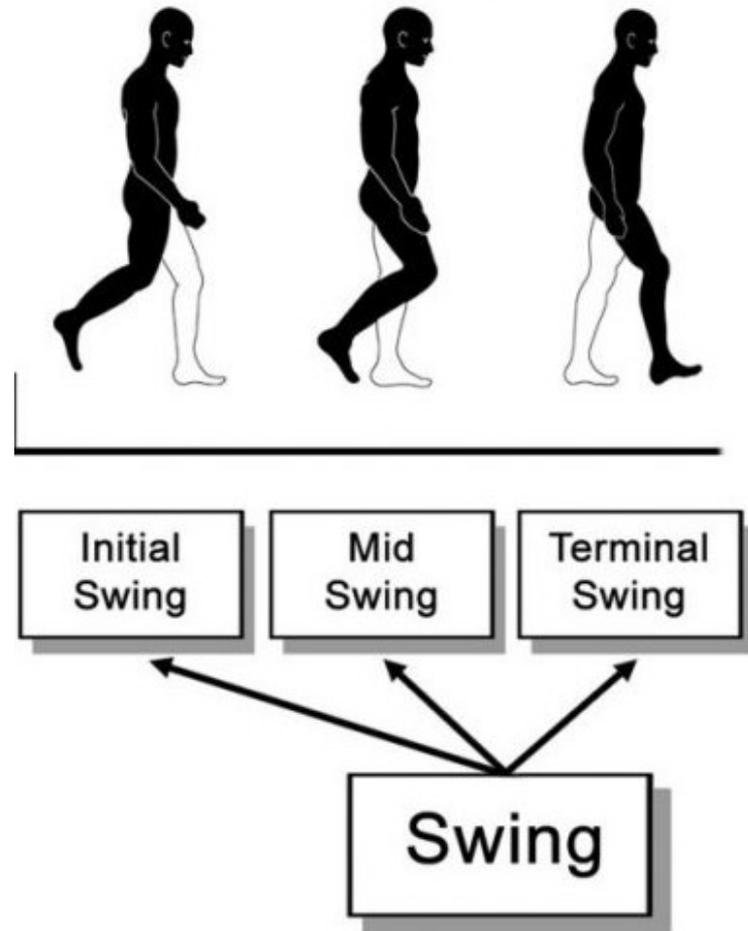


Pre-swing

https://www.researchgate.net/figure/Phases-of-the-normal-gait-cycle_fig3_309362425

Švihová fáze

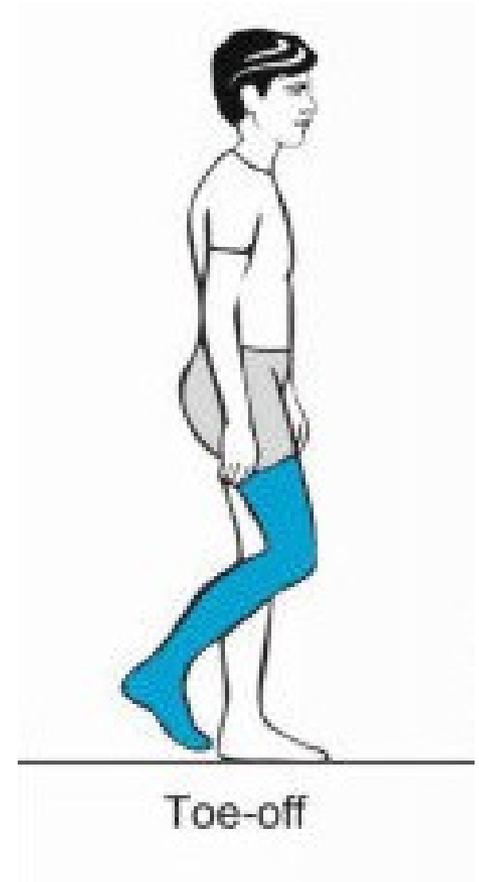
- Iniciální švih (Initial Swing)
- Období středního švihu (MidSwing)
- Období terminálního švihu (Terminal Swing)



<https://www.protokinetics.com/understanding-phases-of-the-gait-cycle/>

Švihová fáze – iniciální švih

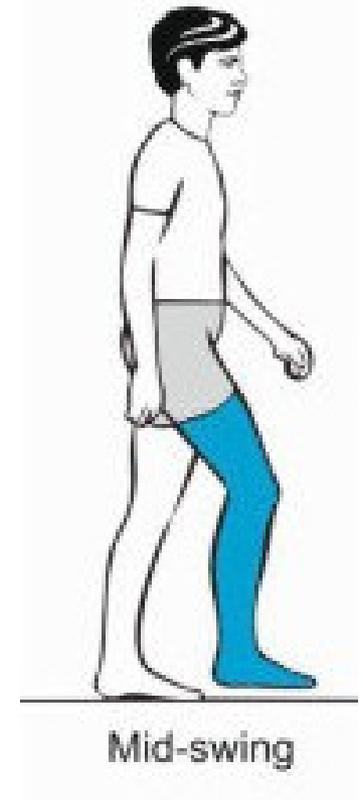
- Jedná se o první období švihové fáze KC a tvoří téměř jednu třetinu této fáze.
- Období **začíná odlepením palce**
- Období **končí míjením nohou** (Foot Clearance), tedy ve fázi největší flexe v KOK.
- S rostoucí flexí v KOK, roste i flexe v KYK a začíná docházet k flexi nohy
- m. ILP
- m. RF
- m. addL
- m. sartorius – flexe v kyčli
- HMS
- m. TA



https://www.researchgate.net/figure/Phases-of-the-normal-gait-cycle_fig3_309362425

Švihová fáze – období středního švihu

- začíná ve chvíli, kdy noha švihové DK mívá nohu stojné DK.
- v hlezenním kloubu dochází k flexi až do neutrálního postavení kloubu.
- postupně dochází ke snižování flexe v KOK, **ve chvíli, kdy se tibie dostane do vertikálního postavení, končí období středního švihu.**
- m. ILP
- m. TA



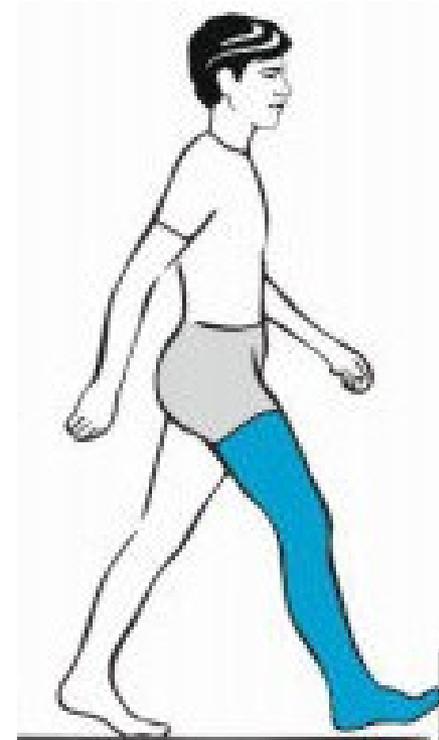
https://www.researchgate.net/figure/Phases-of-the-normal-gait-cycle_fig3_309362425

Švihová fáze – období terminálního švihu

- poslední fáze KC, která začíná vertikálním postavením tibie
- pro dokončení pohybu je nutná plná extenze v KOK, navíc dochází k flexi v KYK

Terminální švih, potažmo celý krokový cyklus končí kontaktem nohy s podložkou. Tím zároveň začíná i nový KC.

HMS – kontrola EX v koleně za FL v kyčli mm. vasti m. TA



Terminal swing

https://www.researchgate.net/figure/Phases-of-the-normal-gait-cycle_fig3_309362425

Video: <https://www.youtube.com/watch?v=kDICgLDXBSA>

Video KC: <https://www.youtube.com/watch?v=c0XdjYX2Y7Q>

Gain deviation: <https://www.youtube.com/watch?v=3qVy0Uj3MXc>

Kineziologický rozbor: vyšetření chůze

Symetrie kroku

Délka kroku

Souhyb trupu

Souhyb horních končetin

Kulhání, napadání na 1 DK

Držení těla

Rychlost chůze

Plynulost při iniciaci, zastavení, změna směru chůze

Charakter zatížení nohy – laterálně, mediálně, změna klenby

Práce prstců a palce nohy

MODIFIKACE CHŮZE:

- Chůze po špičkách
- Chůze po patách
- Chůze s elevací HK
- Tandemová chůze
- Chůze pozadu
- Chůze se zavřenýma očima

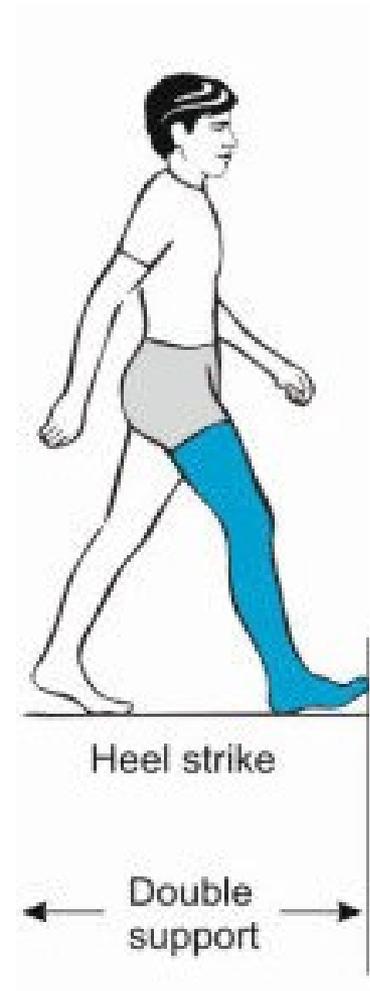
Patologie noha

- **ideálně 1. a 2. MTT stejně dlouhý** pro efektivní odraz palce (stabilní), u Mortonovy nohy nestabilní baze pro odraz - tendence k M či L náklonu před odrazem
- u **vysoké nohy** se noha odráží spíše přes 3.-5 hlavičku MTT, více zátěž pro myofasc. tkáně, nutno kompenzovat odraz např. větší FLX v KYK
- **odraz palce** - hallux valgus, torze v KOK, vazy (LCM) , menisky (L) - valgózní síla v KOK
- **úzká špička boty** (neumožňuje reflexní koaktivace meziprstních svalů planty s hamstringy)
- **nutná optimální mobilita 1. paprsku** (fixace v PLFL - SUP chodidla a L odraz palce, semi - náraz na sezamské

Patologie ve stojné fázi

POČÁTEČNÍ KONTAKT A FÁZE ZATÍŽENÍ

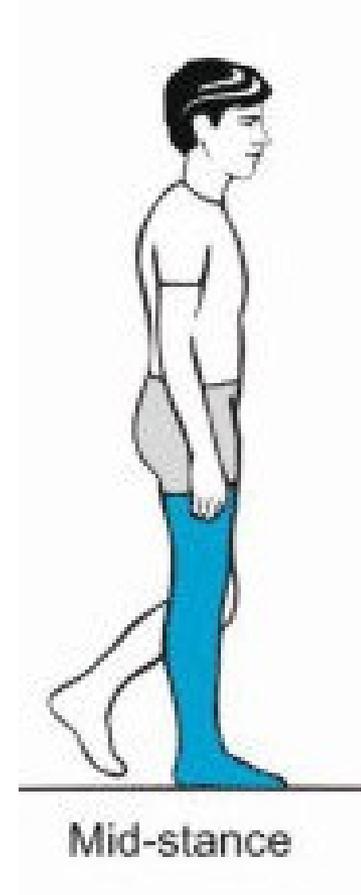
- nedostatečná dorzální flexe v hlez. kl. - foot drop
- v kol. kl. - locked knee
- omezená rotace trupu • omezený souhyb HKK



Patologie ve stojné fázi

FÁZE STŘEDNÍHO STOJE

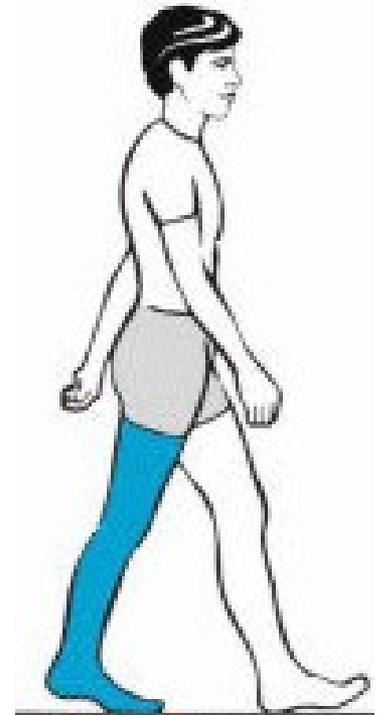
- hyperextenze kol.kl.(locked knee) - spasticita QF
- dyskoordinace TFL, RF, HMS
- omezená extenze v kyč.kl.
- omezená dorz.fl.v hlez. kl.
- kolaps kol. kloubu - inaktivita QF
- hip hiking na straně švihové DK
- inaktivita Gme - spasticita nebo zkrácení QL
- hip drop na straně švihové DK - inaktivita Gme
- spasticita adduktorů



Patoogie ve stojné fázi

KONEC STOJNÉ FÁZE

- omezená extenze v kyč. kloubu - inaktivita Gmax
- kloubní omezení
- spasticita nebo zkrácení RF, ILP, QL
- inaktivita plantárních flexorů

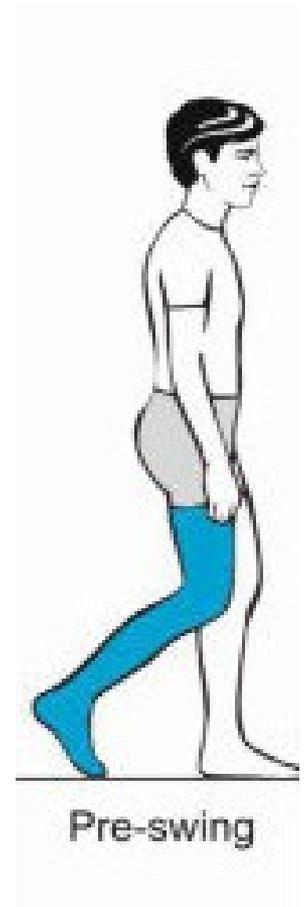


Terminal stance

Patologie ve stojné fázi

PŘEDŠVIHOVÁ FÁZE (období pasivního švihu)

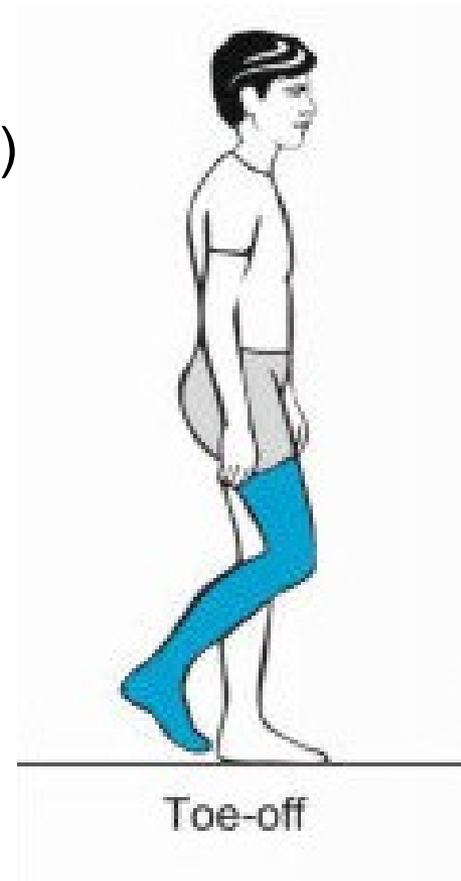
- dyskoordinace RF, QF, HMS - problém souběžné flexe v kol. a kyč. kloubu
- omezená plantární flexe - inaktivita plant. flexorů



Patologie ve švihové fázi

POČÁTEČNÍ ŠVIH

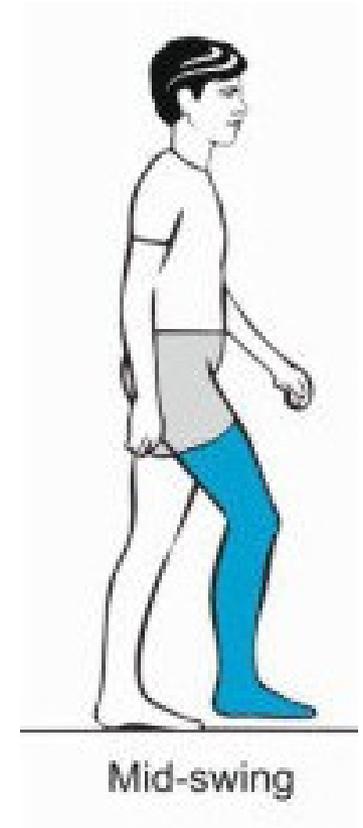
- omezená dorzální flexe hlezna - inaktivita dorz. flexorů
- spastické nebo zkrácené plant. flexory
- omezená flexe v kol. kl.
- omezená flexe v kyč. kl. - inaktivita ILP (aktivace QL)
- neschopnost dekontrakce gmax



Patologie ve švihové fázi

STŘEDNÍ ŠVIH

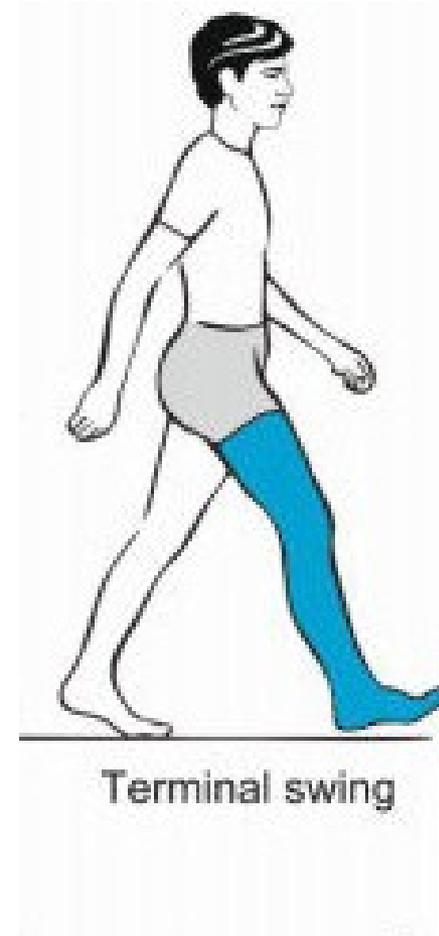
- „hip hiking“
- omezená flexe v kol. kl. - spasticita QF
- omezená dorz. fl. v hlez. kl.
- inaktivita dorz. flexe
- spasticita plant. flexe



Patologie ve švihové fázi

KONEČNÝ ŠVIH

- omezená extenze v kol.kl
- spasticita HMS
- inaktivita QF
- omezená flexe v kyč. kl.
- neschopnost dekontrakce GMax



Neurologické poruchy chůze

- **kohoutí/peroneální (stepáž)** – vzniká při poruše n. peroneus - pacient nesvede dorzální flexi hlezna
- **Parkinsonská chůze** – typicky šouravá chůze s velmi krátkým krokem
- **Hyperkinetická chůze** – objevují se mimovolní pohyby zejména horních končetin, hlavy a trupu
- **Antalgická chůze** – je typické kulhání, napadání na jednu DK, asymetrická délka i trvání kroku.
- **Vestibulární chůze** – jsou typické odchylky od přímého směru, často na jednu stranu, značící poruchu vestibulárního aparátu.
- **Kachní chůze (kolébavá, Trendelenburgova)** – typické je vychýlení trupu laterálně, jako kompenzace poklesu pánve na straně švihové DK = pozitivní Trendelenburgův jev. Často se objevuje u myopatií.
- **Ataktická chůze** – dochází k poruše koordinace, typická je nestabilita, ztráta rovnováhy a široká báze, poruchy mozečku (mozečková chůze), poruchy zadních provazců míšních (tabická chůze), typická je porucha přenosu váhy z jedné dolní končetiny na druhou.
- **Hemiparetická chůze** – je pro ni typický cirkumdukční mechanismus přenosu DK vpřed.
- 35 • **Spastická ch.**
- **Diparetická ch**

Přístrojová analýza chůze

Kinetická analýza chůze – Nejčastěji se využívá chodníků se zabudovanými dynamometrickými plošinami. Mezi základní parametry patří: reakční síla podložky, centrum tlaku (COP), momenty síly.

Kinematická analýza – Subjekt je snímán kamerami a výsledkem je analýza pohybu jednotlivých segmentů těla. Analýza může být prováděna ve 2D nebo 3D prostoru. Mezi získané parametry patří trajektorie, dráha, rychlost, zrychlení, úhly jednotlivých segmentů. Je možné získat i další časoprostorové parametry, jako je délka kroku, frekvence kroků (kadence chůze), rychlost chůze, trvání jednotlivých období KC.

Dynamická plantografie – Metoda, která využívá tlakové plošiny (chodník, pás, vložka do bod), k nasnímání a následné analýze rozložení tlaků pod ploskou. Získáváme tak informace o rozložení tlaků, zatížení jednotlivých částí nohy, dle stanovit index klenby nohy, rozměry nohy a osa chodidla. Typicky bývá spojená s kinetickou analýzou chůze.

Elektromyografie (EMG) – Slouží ke snímání aktivity jednotlivých svalů při chůzi. Hodnotí se především timing (časové zapojení svalů) a amplituda (růst a pokles). V praxi využívána zejména k vědeckým účelům než v klinické praxi.

Kvantitativní vyšetření chůze

Timed Up and Go Test (TUG) – Jedná se o klinický test, který hodnotí funkci dolní končetiny, mobilitu, koordinaci a riziko pádu. Testovaná osoba má za úkol vstát ze židle vysoké mezi 44-47 cm, ujít vzdálenost 3 metry, otočit se, jít zpátky a posadit se na židli. Existují normativní hodnoty pro pohlaví, věkovou skupinu ev. diagnózu (např. morbus Parkinson).

10 Meters Walk Test (10MWT) – Klinický test, kdy má pacient za úkol ujít co nejrychleji úsek 10 metrů. Opět existují data pro určité věkové kategorie, kdy je hodnocena rychlost chůze. Používá se zejména u neurologických pacientů, pro hodnocení celkové mobility, chůze a vestibulárních funkcí.

6 Minutes Walking Test (6MWT) – Test se využívá pro hodnocení kondice nebo efektivity intervenčního programu. Testovaná osoba (TO) má za úkol ujít co nejdelší vzdálenost za 6 minut. TO chodí po označené dráze 30 metrů tam a zpět. Výsledná hodnota může být porovnána s normativními daty, existují rovnice pro výpočet prediktivní vzdálenost a pro určitou skupinu onemocnění (kardiovaskulární, respirační) i rovnice pro přepočítání vrcholové hodnoty VO_2 .

Zdroje:

DYLEVSKÝ, Ivan, 2009a. *Funkční anatomie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3240-4.

DYLEVSKÝ, Ivan, 2009b. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1648-0.

NEUMANNOVÁ, Kateřina, Miroslav JANURA, Zuzana KOVÁČIKOVÁ, Zdeněk SVOBODA a Lukáš JAKUBEC, 2015. *Analýza chůze u osob s chronickou obstrukční plicní nemocí*. ISBN 978-80-244-4704-9.

PERRY, Jacquelin a Judith M. BURNFIELD, 2010. *Gait analysis: normal and pathological function*. 2nd ed. Thorofare, NJ: SLACK. ISBN 978-1-55642-766-4.

VAŘEKA, Ivan, Miroslav JANURA a Renata VAŘEKOVÁ, 2018. Kineziologie chůze. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2018(2), s. 81–86.

- <https://fasciatrainingacademy.com/the-catapult-mechanism-elastic-recoil-of-fascial-tissues/>