



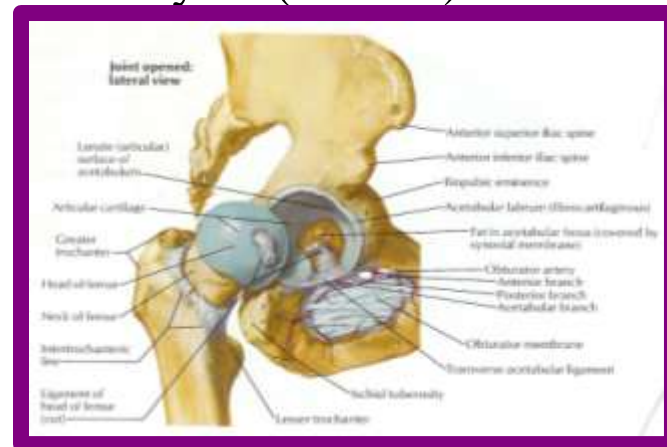
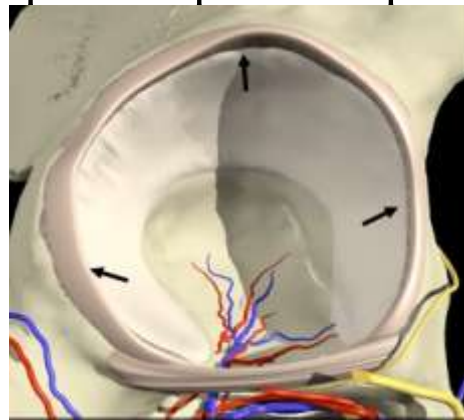
Висока школа за физиотерапевти
Клиничка кинезиологија со кинезиметрија

ДВИЖЕЊА ВО КОЛКОТ

-седмо предавање-

доц.др.Билјана Митревска
Катедра за физикална медицина и рехабилитација
Медицински факултет при УКИМ

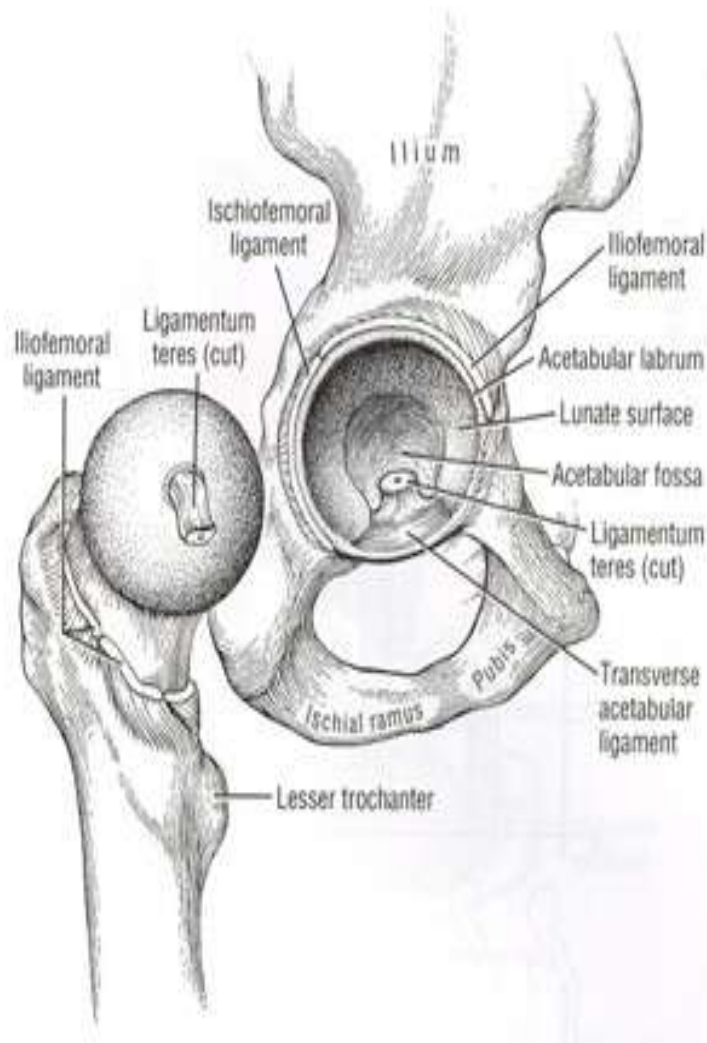
- Зглобот на колкот е еден од најголемите и најстабилни зглобови во човековото тело
- Тој е мултиаксијален зглоб од типот art.spheroidea со можност за движења во повеќе рамнини, но сепак не толку мобилен, како рамениот зглоб, заради силните меки околни ткива (капсула, лигаменти и мускули), кои го опкружуваат.
- Зглобот на колкот го сочинуваат зглобната чашка на карличната коска(acetabulum) и главата на бутната коска(caput femoris). Зглобниот дел на чашката кој што е нејзиниот површен дел има полумесечаста форма (incisura acetabuli) кој се премостува со lig.transversum acetabuli. Централниот дел е најслабиот дел од ацетабулумот и место каде настанува централна луксација или протрузија на ацетабулумот. Длабокиот дел не се зглобува, туку е исполнет со масно ткиво (pulvinar). Зглобната чашка е проширена и продлабочена со рскавично- фиброзен прстен наречен чашина усна(labrum).



Главата на бутната коска претставува две третини од топка со пречник 20-25 мм. Свртена кон внатре, нагоре и напред.

Нешто под нејзината средина се наоѓа мала јамичка, *fovea capitis femoris*, на која се припојува *lig. capitis femoris*.

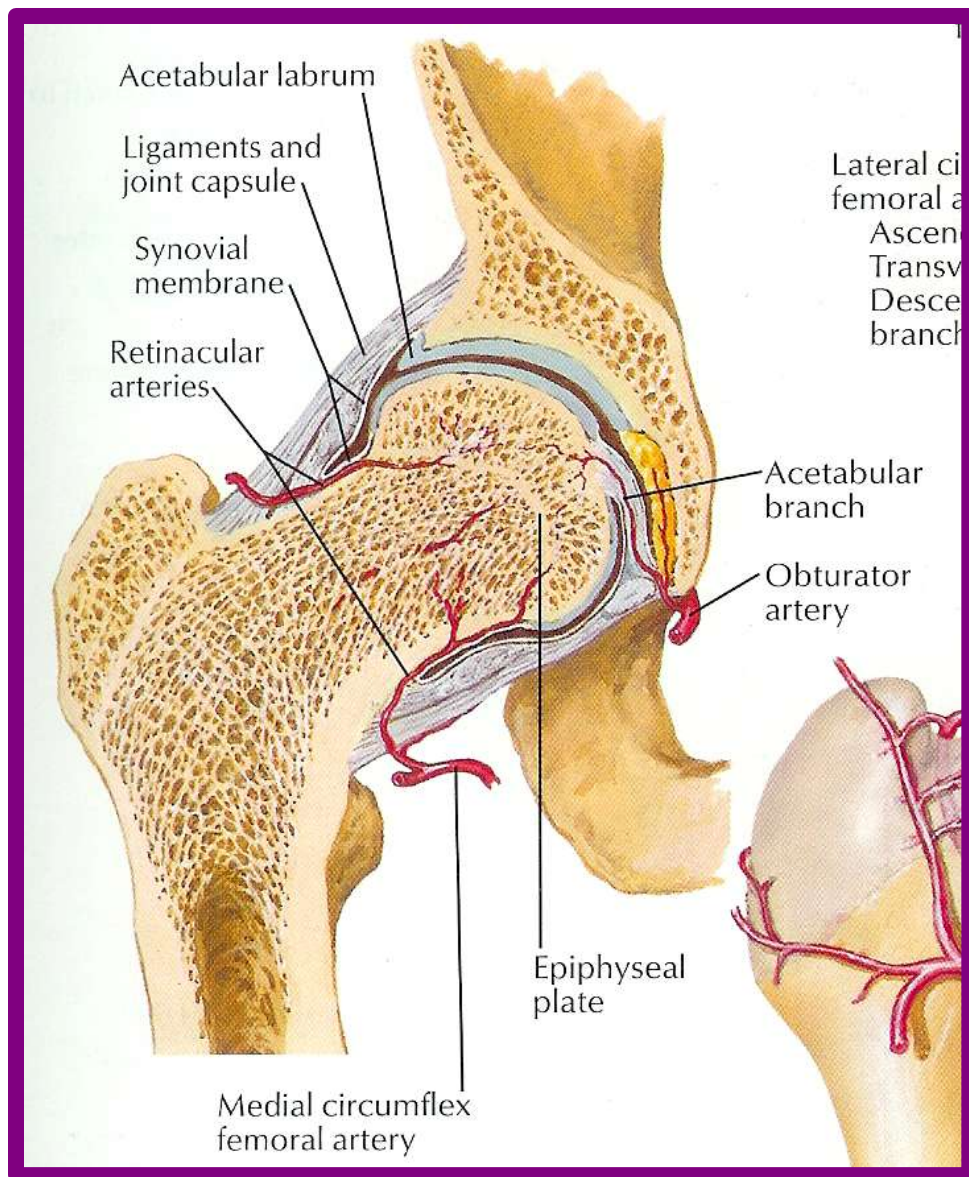
Овој лигамент не е значаен за физиологијата на зглобот, но е важен по тоа што низ него поминува артериски крвен сад кој служи за исхрана на главата на бутната коска, што е особено важно при трауми каде главата е одвоена од вратот на коската.



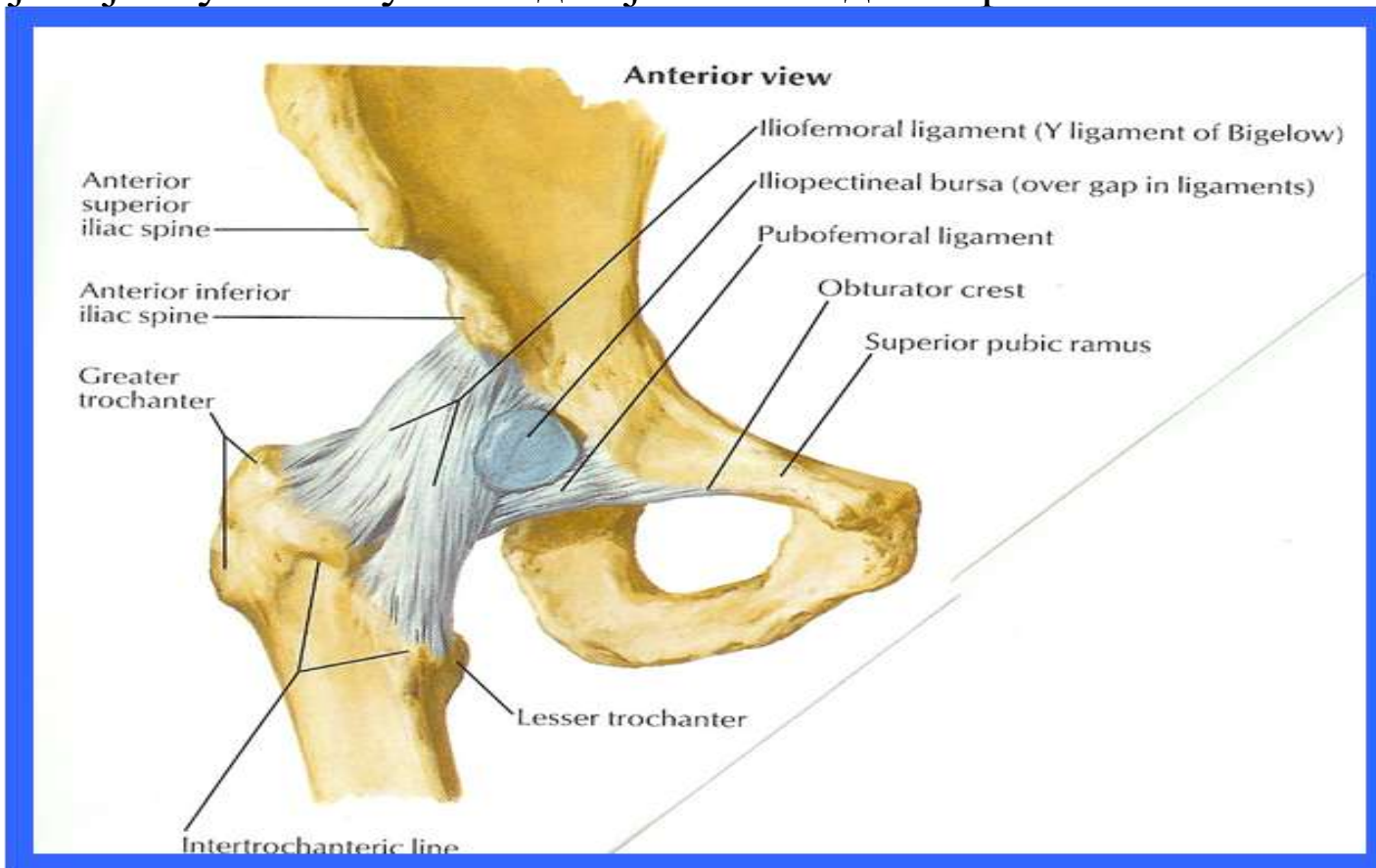
Зглобната капсула е составена од фиброзна и синовијална капсула.

Синовијална капсула го прекрива целиот врат на бутната коска, така што му оневозможува контакт со периостот и го лишува од исхрана од него.

Заради ова при скршеница на вратот или главата на фемурот исхраната е отежната и зарастувањето е побавно.



- Фиброзната капсула содржи длабоки, кружни и површни, хоризонтални влакна, кои на поедини места се групираат и формираат капсуларни врски. Тоа се: **lig.iliofemorale s. Bertini**, кој се наоѓа од предната страна на зглобот помеѓу SIAS и linea intertrochanterica, а се смета за најјак лигамент во човековото тело, **lig. pubofemorale**, кој се протега долж долниот дел на предната страна и со двата снопа на илиофеморалната врска прави положена буква N и **lig.ischiofemorale** , кој ја зајакнува капсулата од нејзината задна страна.

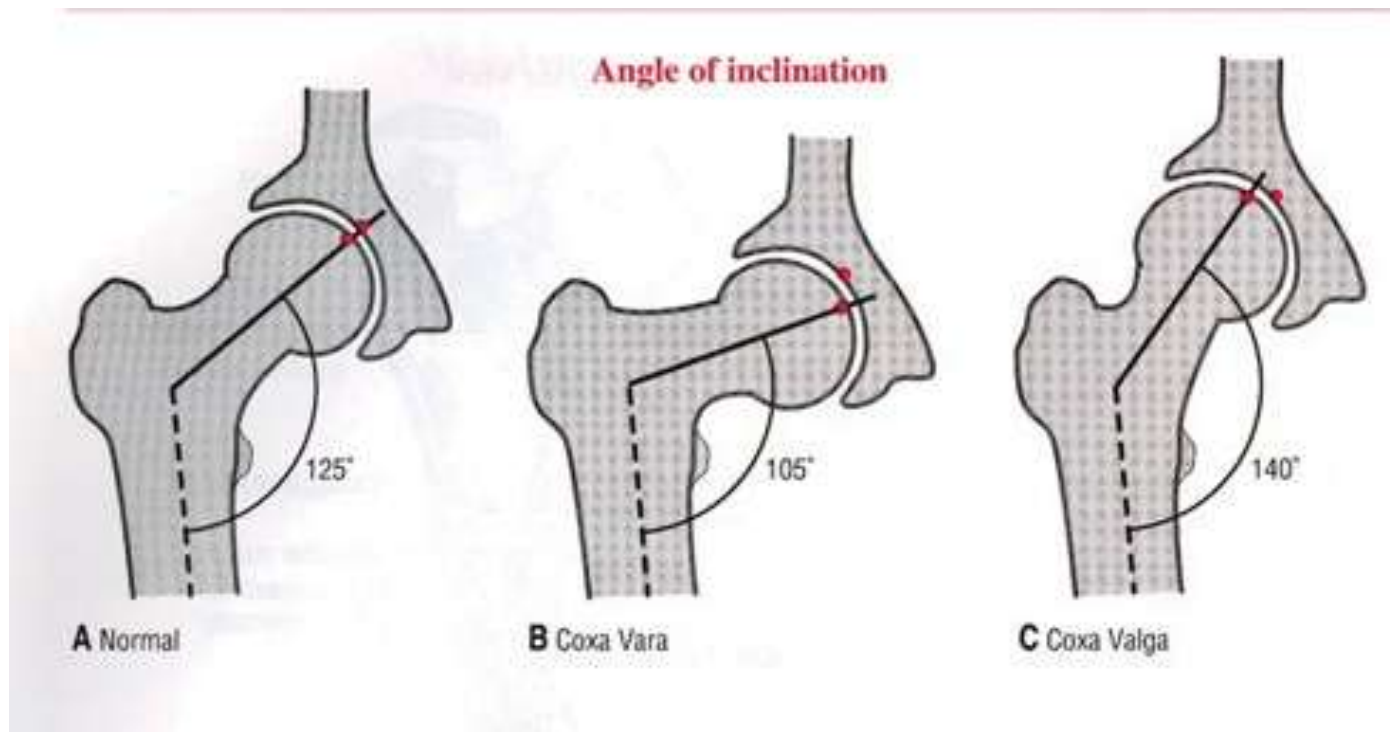


- Значењето на зглобните врски е многу големо за механиката на зглобот.
- Тие се затегаат при различни движења и спречуваат нивен прекумерен опсег.
- Задната врска (**lig. ischiofemorale**) е најслаба, ја ограничува внатрешната ротација и го стабилизира колкот во екстензија.
- Горниот сноп на **lig. iliofemorale** ја ограничува аддукцијата и надворешната ротација, додека неговиот долен сноп ја спречува прекумерната екстензија и овозможува исправен став на трупот.
- Долната врска, **lig. pubofemorale** спречува прекумерна абдукција.
- Зглобната капсула не е подеднакво дебела насекаде. Во делот помеѓу долната и задната врска е многу тенка и тоа е место каде најчесто се случува луксација на главата на бутната коска при траума.

- Положбата за одмор или растеретна положба за зглобот на колкот е 30° флексија, 30° абдукција и лесна надворешна ротација.
- Цврсто спакувана положба во која капсулата и сите капсуларни лигаменти се затегнати е: екстензија, медијална ротација и абдукција.
- Карактеристично за колкот е што е единствен зглоб кај кој цврсто спакуваната положба не подразбира и максимална конгруентност на зглобните тела. Имено зглобните површини најмногу си одговараат при 90° флексија со умерена абдукција и надворешна ротација, во која капсулата и лигаментите се повеќе млитави одошто затегнати и даваат сосема мала пасивна напнатост на зглобот.
- Капсуларната шема опфаќа ограничување на флексија, абдукција и внатрешна ротација (редоследот може да варира).

Колодијафизарен агол (агол на инклинација на колкот)

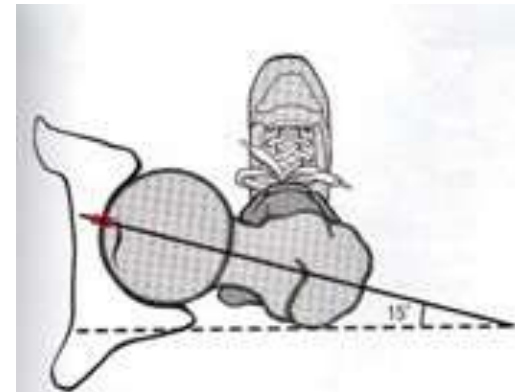
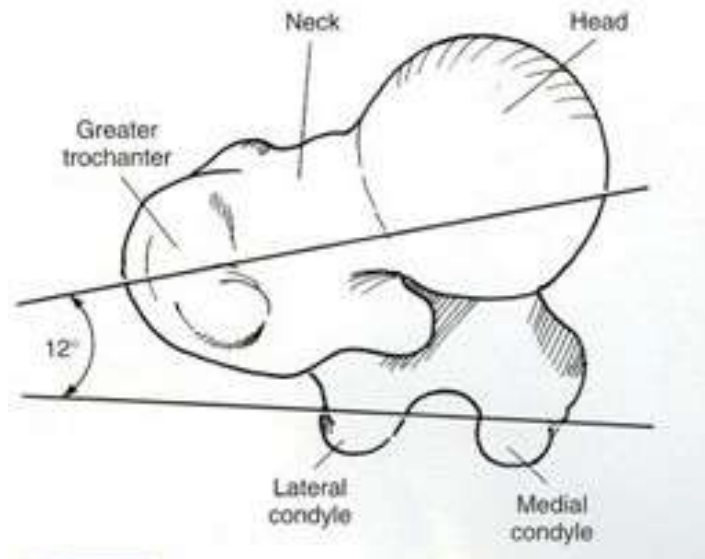
- Оската на вратот на бутната коска и оската на дијафизата во фронтална рамнина склопуваат агол познат под името колодијафизарен агол, кој кај возрасни изнесува нормално 125°



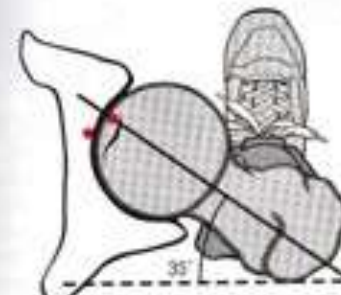
Антеверзија (предна торзија) на вратот на бутната коска

- Главата и вратот на бутната коска се свртени кон напред во однос на оската која поминува преку задниот дел на двата кондила на фемурот во долниот дел од бутната коска. Ова е т.н. антеверзија или предна торзија на вратот на бутната коска. Аголот кој го склопуваат оската на вратот со главата и транскондиларната оска се наоѓа во хоризонтална рамнина, свртен кон напред и изнесува $8-15^{\circ}$.
- И тој се менува со текот на стареењето, од новороденечка возраст, кога изнесува 30° до $8-15^{\circ}$ кај возрасните.
- Прекумерната антеверзија предизвикува прекумерна внатрешна ротација, а намалена надворешна ротација во колкот. Клинички, пателите се свртени кон внатре, а и прстите на стапалата се свртени кон внатре. Кај ретроверзија која означува торзија кон назад, случајот е обратен: ограничена е внатрешната ротација, а пателите и прстите се свртени кон надвор.

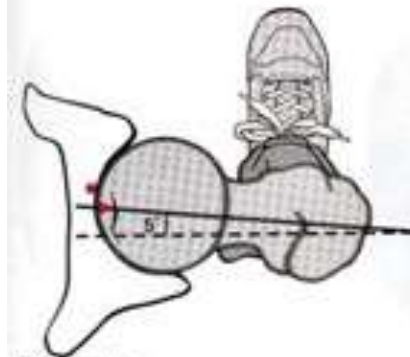
Антеверзија (предна торзија) на вратот на бутната коска



A Normal anteversion



B Excessive anteversion

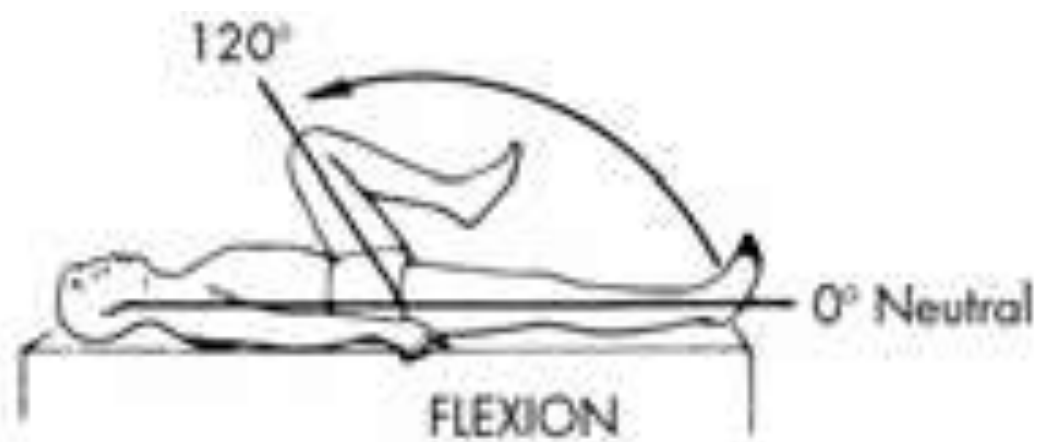


C Retroversion

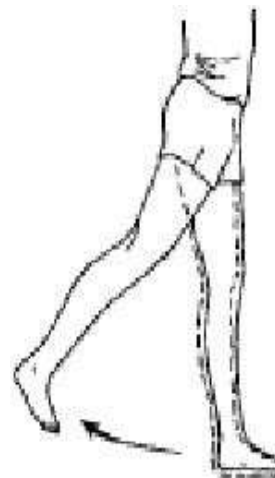
Остеокинематика

- Движењата во колкот се објаснуваат преку два термина:
- Остеокинематика на бутната коска спрема карлицата која ги опишува ротационите движења на бутната коска во однос на фиксирана карлица и
- Остеокинематика на карлицата спрема бутната коска, која ги опишува ротационите движења на карлицата и често на горниот дел на трупот во однос на релативно фиксирана бутна коска.
- Независно на кој начин се изведуваат движењата тие се дефинираат спрема анатомската положба на телото на лице кое стои.

- Флексија и екстензија се изведуваат во сагитална рамнина, абдукција и аддукција во фронтална рамнина, а надворешна и внатрешна ротација во хоризонтална рамнина.
- Секоја рамнина има своја оска на движење
- Оска на ротација за надворешна и внатрешна ротација е лонгитудиналната (или вертикална) оска, која се протега од центарот на главата на фемурот до центарот на зглобот на коленото.
- Поради аголот на инклинација (коксофеморалниот агол) како и поради предното наведнување на телото на фемурот, најголемиот дел од лонгитудиналната оска лежи надвор од самиот фемур.



Кога коленото е потполно флектирано можна е флексија од 120° во колкот; при испружено колено таа е ограничена на 80° , заради затегање на хармстринзите и *m. gracilis*. Потполна флексија во колк ги олабавува повеќето лигаменти, но го затега долниот дел на зглобната капсула. Екстензијата е нормално 20° . Полна екстензија ги истега повеќето капсуларни лигаменти особено илиофеморалниот, како и мускулите флексори на колкот.



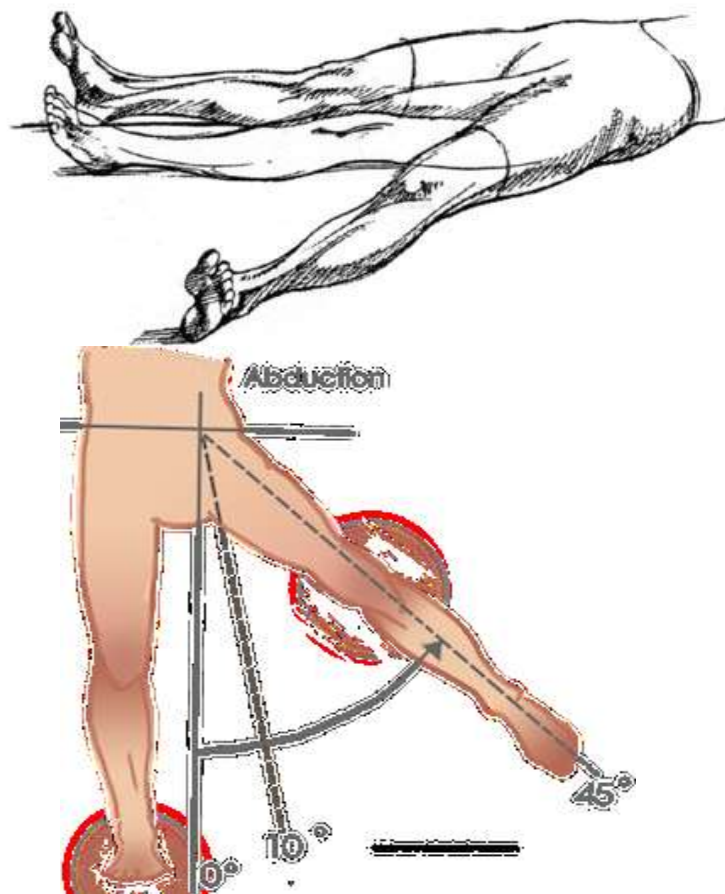
Абдукција во колк е просечно 40° . Ограничена е од пубофеморалниот лигамент, аддукторите и хармстринзите. Аддукцијата е околу 25° преку неутрална положба. Пасивна напнатост се јавува кај мускулите абдуктори, илиотибијалниот трактус и горните влакна на ишиофеморалниот лигамент и тие сите ја ограничуваат полната аддукција.



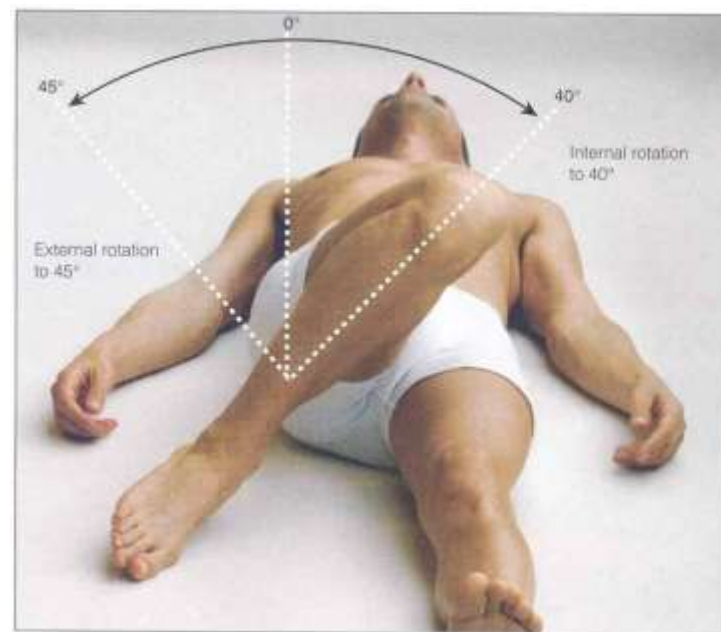
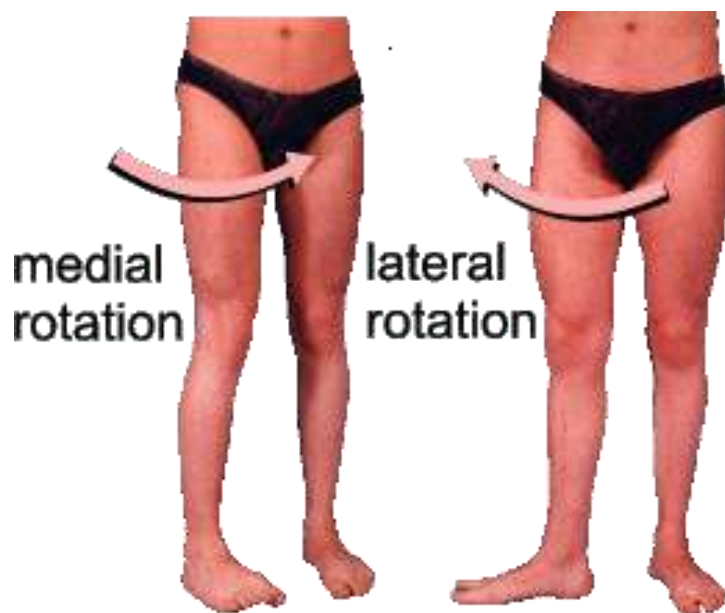
Abduction



Adduction



Внатрешната ротација е околу 35° од неутралната положба. Со колк целосно екстендиран, максималната внатрешна ротација ги елонгира надворешните ротатори, како *m.piriformis* и делови од ишиофеморалниот лигамент. Кај млади лица обично таа не се менува во зависност од флексијата или екстензијата во колкот. Надворешната ротација просечно изнесува околу 45° . Прекумерната напнатост на *tensor fasciae latae*, илиотибијалниот трактус и латералниот сноп на илиофеморалниот лигамент можат да ја ограничат полната надворешна ротација.





Остеокинематика на карлица спрема бутната коска

Лумбопелвичен ритам

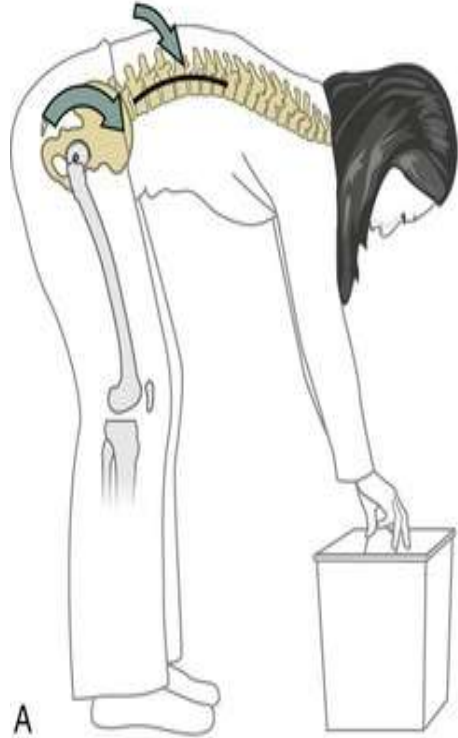
- Долниот дел на аксијалниот скелет е цврсто прицврстен до карлицата преку сакроилијакалните зглобови
- Како последица од тоа ротационите движења на карлицата, преку феморалните глави, ќе предизвикаат промена во конфигурацијата на лумбалниот рбет.
- Овој кинематички однос е познат како лумбопелвичен ритам.
- Концептот е применлив не само за движења во сагитална рамнина, туку и за движења во сите рамнини.
- Разликуваме два типа на лумбопелвичен ритам:
 1. лумбопелвичен ритам на иста страна
 2. лумбопелвичен ритам на спротивни страни

"Contradirectional"
lumbopelvic rhythm

Лумбопелвичен ритам во ист правец:

е кога и карлицата и лумбалниот рбет се движат во ист правец. Ова движење го максимизира ангуларното поместување на целиот труп во однос на долните екстремитети

"Ipsidirectional"
lumbopelvic rhythm



A



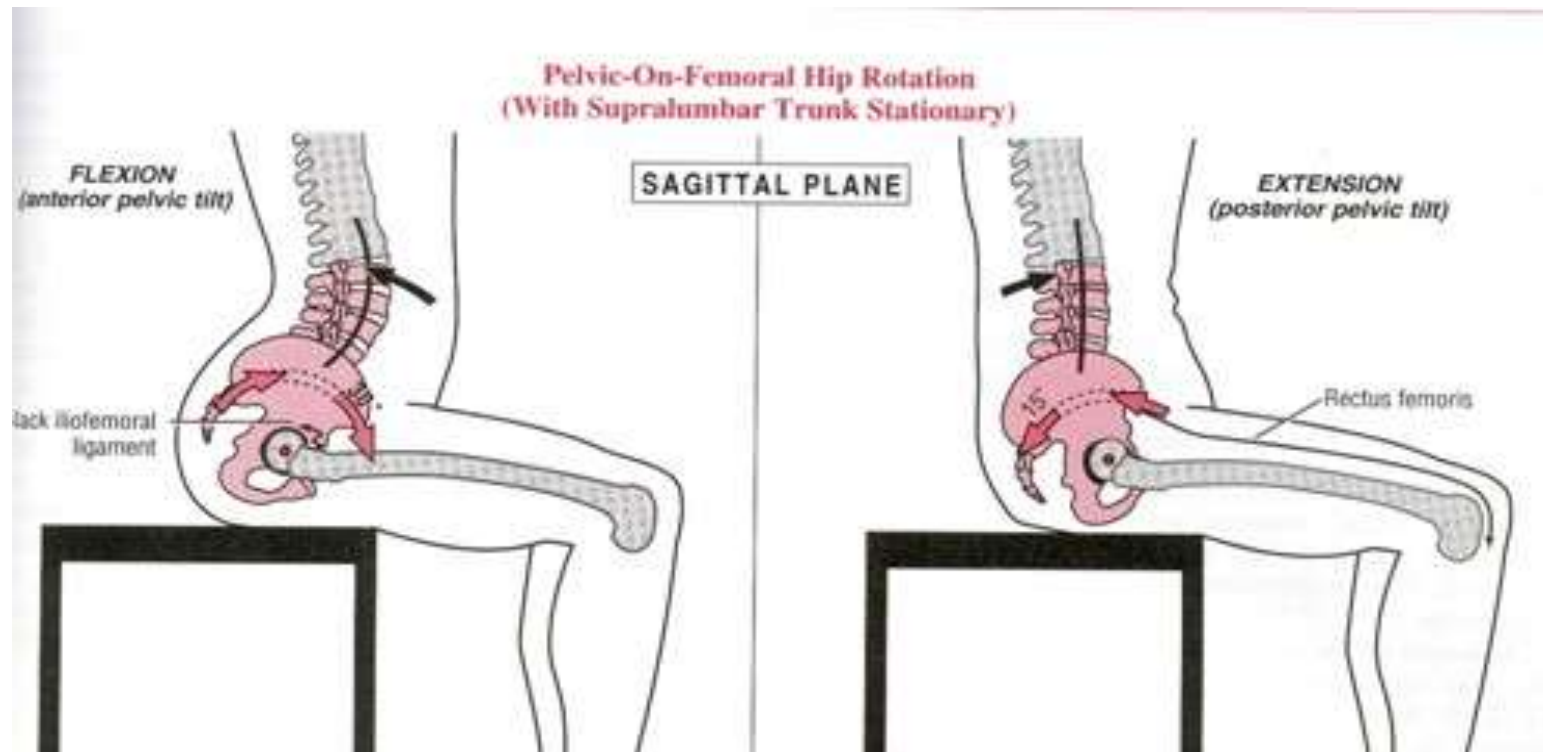
B

Контранасочен лумбопелвичен ритам:

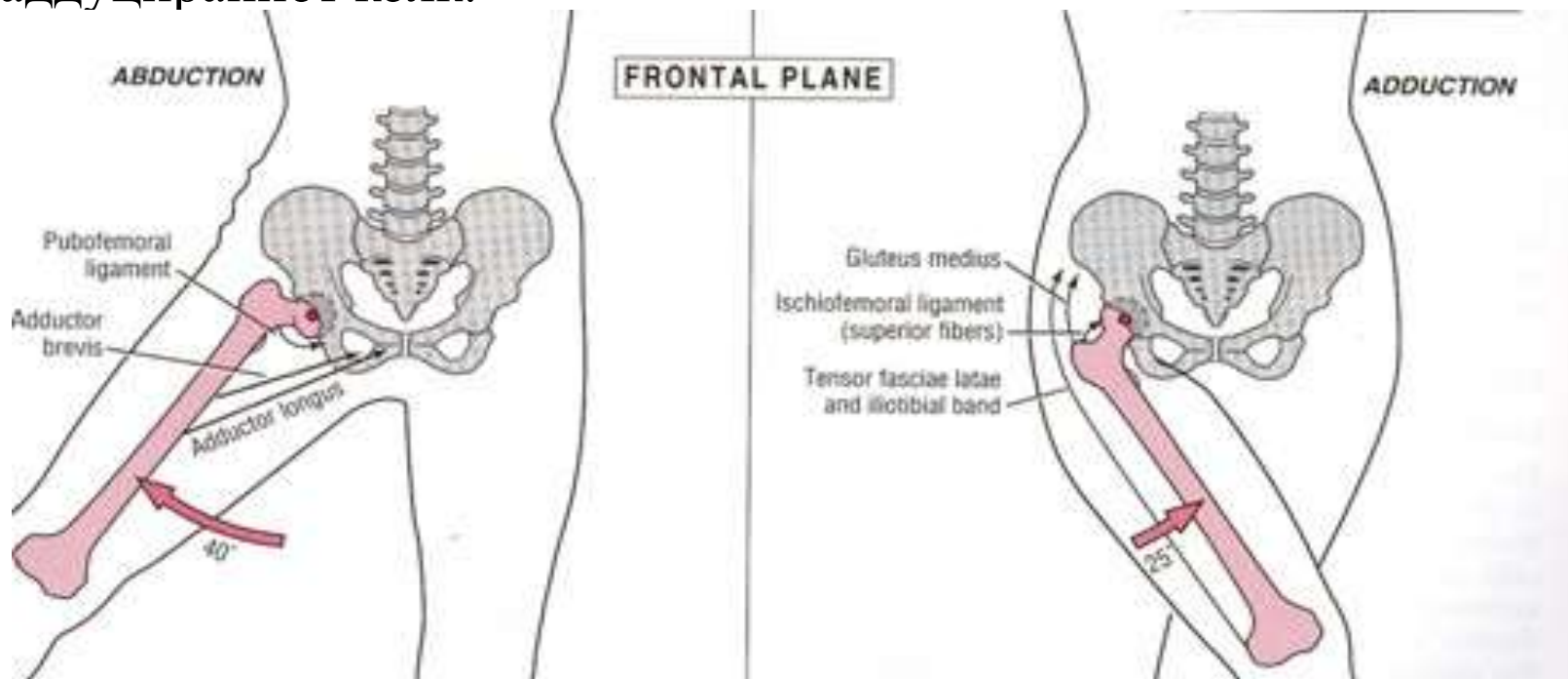
е кога карлицата ротира во еден правец, а лумбалниот рбет истовремено ротира во спротивниот.

Овде трупот над слабинскиот рбет (делот над Л1) може да остане статичен, додека карлицата ротира преку фемурите (при одење или кај танчери).

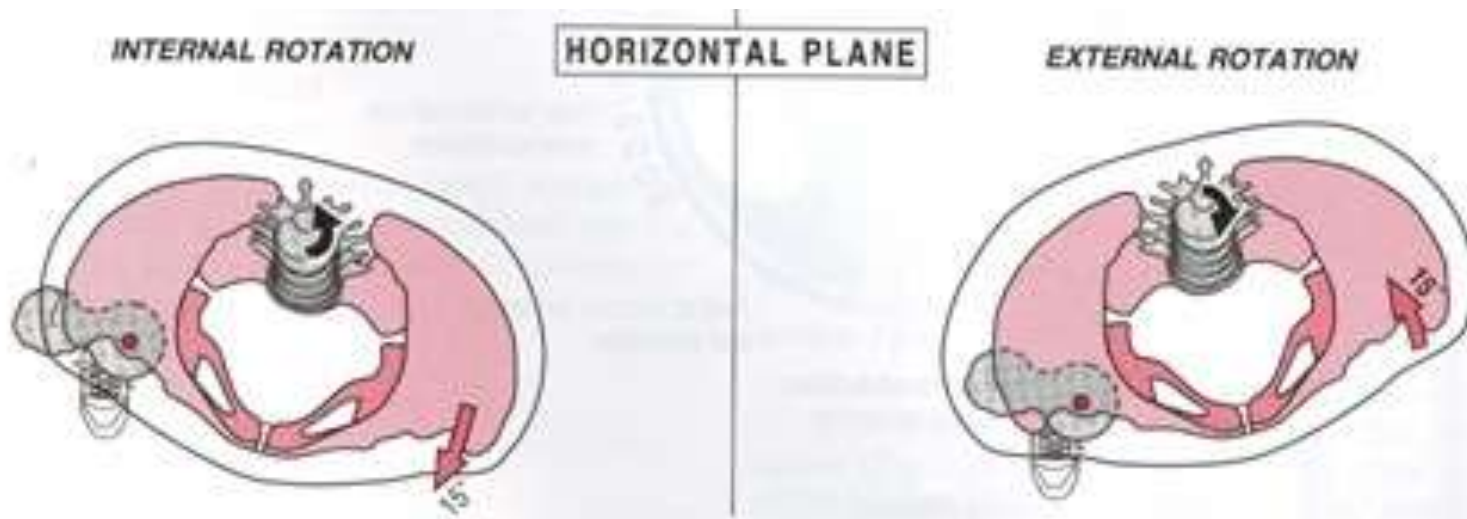
Флексија во колк настанува преку ограничено предно накосување на карлицата преку фиксираниите феморални глави. Се одвива во сагитална рамнина, преку медио-латералната оска која минува низ главите на двата фемура, а правецот, напред или назад е одреден на правецот на ротација на илијачната криста. Придружната зголемена лумбална лордоза го неутрализира прекумерното движење на супралумбалниот труп кон напред. При седење со 90° флексија во колкови, здрав човек може да достигне 30° предно накосување на карлицата. Задно накосување прави $10-20^\circ$ екстензија на колкови при седење со флектирани колкови за 90° . Лумбалниот рбет се флектира или се исправа.



Карлична ротација во однос на бутната коска во фронтална рамнина, најдобро се гледа при стоење на една нога. Абдукција на носечката нога ја подига илијачната криста на страната на ногата што се ниша додека лумбалниот рбет мора да се наведне на спротивната страна, поради што се јавува конвекситет на страната на абдуцираниот колк. Абдукцијата на колк преку карлица е околу 30° . Аддукција на носечкиот колк се јавува со спуштање на илијачниот гребен на страната на ногата што се ниша, при што се предизвикува лесен конкавитет на лумбален рбет на страната на аддуцираниот колк.



Ротација на карлицата спрема фемур во хоризонтална рамнина се одвива околу лонгитудиналната оска. Внатрешната ротација на носечката нога се јавува кога илијачната криста на страната на ногата што се ниша ротира кон напред во хоризонтална рамнина. За време на надворешната ротација илијачниот гребен ротира кон назад. Ако карлицата ротира под стационарен труп над лумбалниот рбет, тогаш лумбалниот рбет ротира или се врти во спротивен правец од тој на ротацијата на карлицата. Малата аксијална ротација која е дозволена во лумбален рбет го ограничува ротациониот потенцијал на носечкиот колк.



Артокинеза на колкот

- За време на движења во зглобот на колкот топчестата глава на фемурот останува сместена во ацетабулумот. Неговите стрмни сидови заедно со лабрумот спречуваат поголема транслација меѓу зглобните површини.
- Движењата се одвиваат по истите принципи за движење на конвексно кон конкавно и конкавно кон конвексно зглобно тело.
- Флексијата и екстензијата се одвиваат во вид на вртење на главата на фемурот во однос на полумесечастата површина на ацетабулумот. Оската на вртење минува преку феморалната глава.
- Абдукцијата и аддукција се одвиваат преку лонгитудиналниот дијаметар на зглобните површини.
- Надворешна и внатрешна ротација се одвиваат околу трансверзалниот дијаметар на зглобните површини.

Мускули во предел на колкот

Мускулите во предел на колкот во главно се мускули, кои го опкружуваат зглобот на колкот.

- Тоа се слабинско- бедрениот мускул (m. iliopsoas) и
- мускулите на седалниот предел (вкупно десет на број, поставени во три длабински слоеви).

M. Iliopsoas се состои од два мускули: *m. psoas major* и *m. iliacus*.

Тие во својот горен дел се одвоени еден од друг, а долу се соединуваат во зедничка тетива, која се припојува на малиот трохантер на бутната коска.

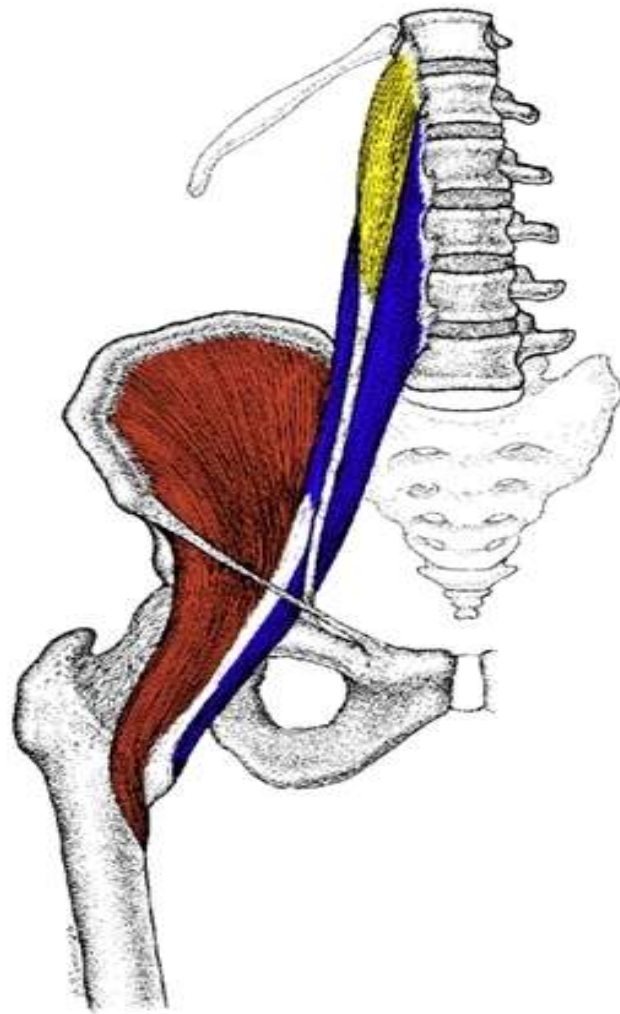
Горе, *m. psoas major* се припојува на дванаесеттиот торакален и петте слабински прешлени (бочните страни на прешленските тела, како и интервертебралните дискуси и трансверзалните израстоци) додека *m. iliacus* исполнува две третини од внатрешната бедрена јама (*fossa iliaca interna*) на илијачната коска, базата на сакрумот и двете бедрени спини (*spinae iliaca anterior superior et inferior*)

ILIOPSOAS

Iliacus

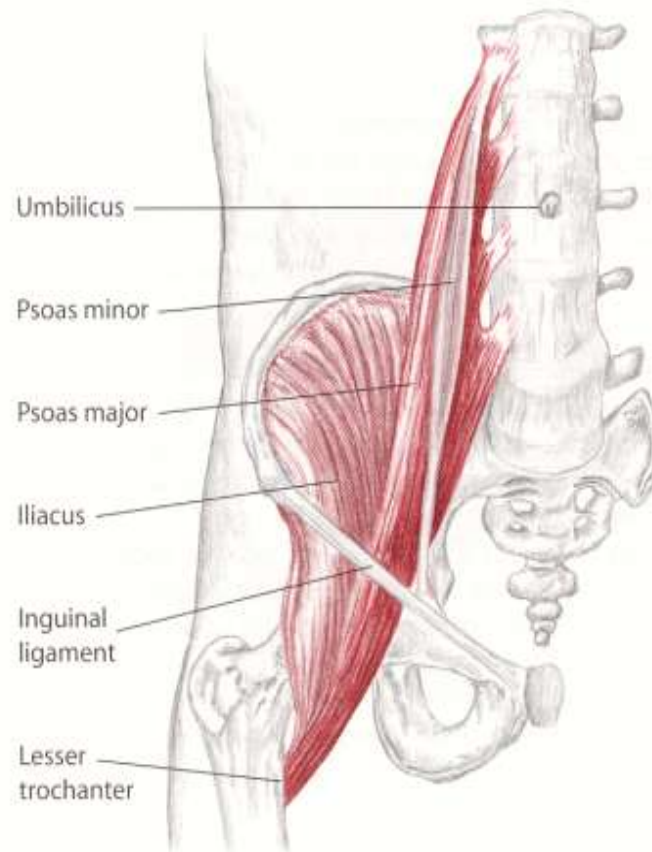
Psoas Major

Psoas Minor



М. Psoas е **флексор** на надколеницата кон карлицата кога точката на потпора се наоѓа на неговите горни припои. При тоа врши и надворешна ротација и аддукција.

Кога му е точката на потпора на бутната коска, при обострана контракција го витка трупот кон напред (флексор на трупот), а при еднострана акција го витка трупот и карлицата настрана со истовремено вртење на трупот на спротивната страна.



(6.99) Anterior view of spine and right hip

Мускулите на седалниот предел се вкупно десет на број, поставени во три длабински слоеви.

- Во површниот слој се наоѓаат:
m.gluteus maximus, m.tensor fasciae latae
- Во средниот слој: **m.gluteus medius**
- Во најдлабокиот слој: **m. gluteus minimus, m.piriformis, m.obturator internus, m.obturator externus, mm. gemelli superior et inferior и m.quadratus femoris.**

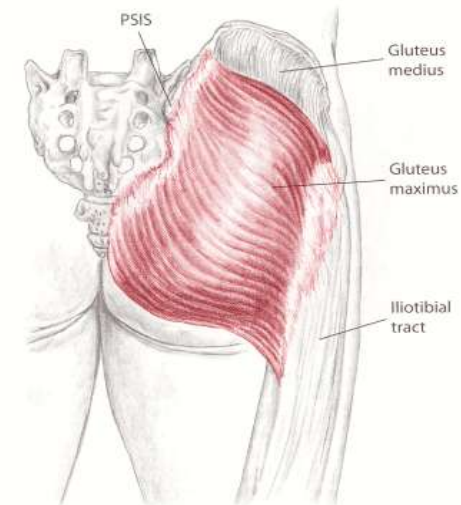
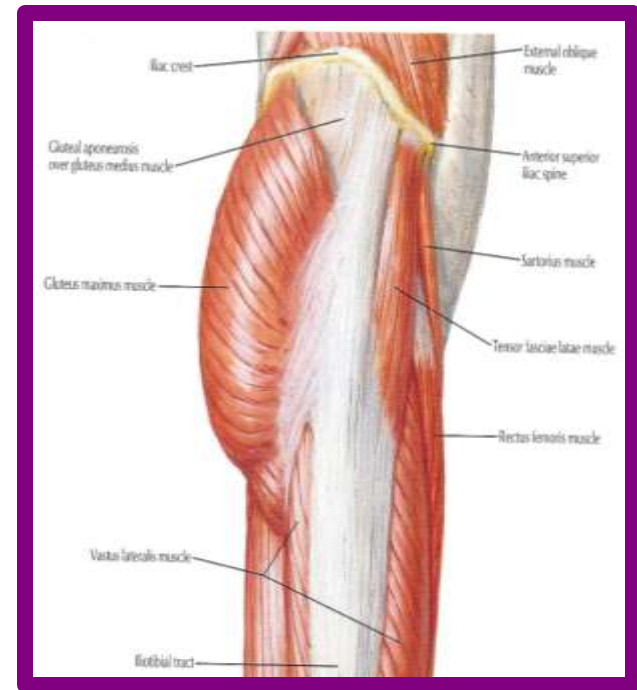
Сите овие мускули се припојуваат со едниот крај на сидовите на карлицата, а со другиот крај на големиот трохантер на бутната коска, освен m.tensor fasciae latae

M. Gluteus maximus

Најразвиен и најповршен мускул од сите мускули во седалниот предел. Тој се протега од бедрената и крсната коска до горниот крај на бутната коска.

Горе се припојува на задната една четвртина на crista iliaca, на дел зад linea glutea posterior на надворешната илијачна јама и долниот дел на бочните страни на сакрумот и кокцигеусот.

Долу, површниот слој се спојува со жилавата тетива на m. tensor fasciae latae, а длабокиот слој се припојува на надворешната гранка на трифуркацијата на linea aspera на задната страна на бутната коска.



(6.64) Posterior view of right buttock

M. gluteus maximus

- Овој мускул е **екстензор** на бутот и помошен надворешен ротатор. Со посебна контракција на неговите долни снопови, тој е помошен аддуктор на бутот.
- Делува при скокање и качување по скали.
- Кога точката на ослонец му е бутната коска, тој ја исправува карлицата и ја свиткува на својата страна, а ја ротира на спротивната.

M.Tensor fasciae latae

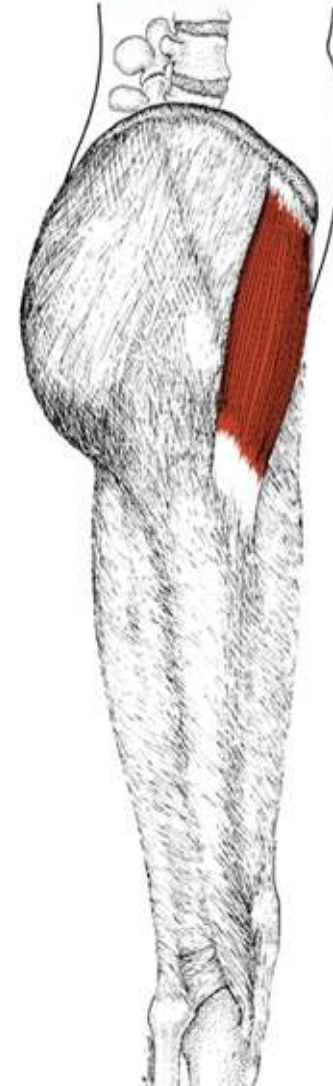
Се протега од SIAS, на граница меѓу седалниот и пределот на бутот каде се припојува на надворешното испапчување tuberculum tibiae во проксималниот дел на тибијата. Завршната тетива му е срасната со надворешниот задебелен дел од бутната фасција (fascia lata) формирајќи жилеста формација tractus iliotibialis.

Овој мускул е затегач на бутната фасција, учествува во воспоставувањето на рамнотежа на телото при од или стоење на една нога.

Делува и како помошен екстензор на потколеницата и внатрешен ротатор и лесен флексор на бутот.

Во случај на парализа на m. iliopsoas, m.tensor fasciae latae хипертрофира и делумно го заменува.

Tensor Fasciae Latae



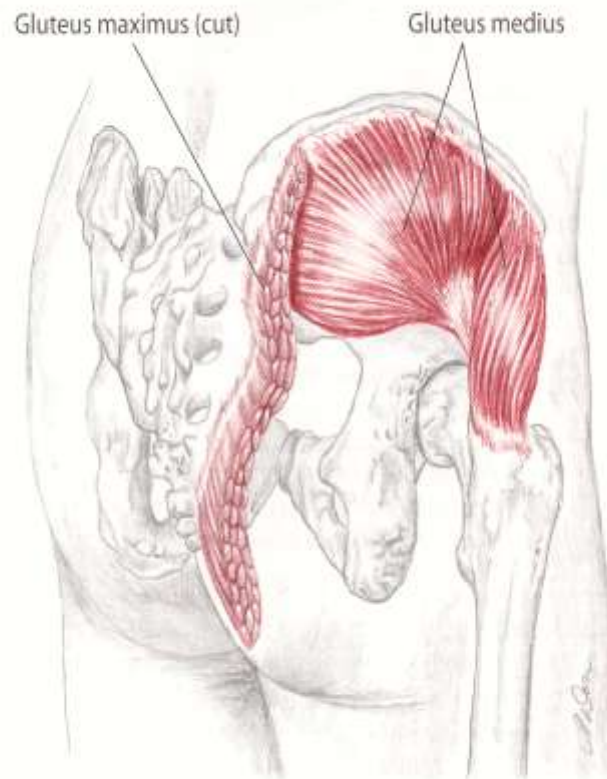
M. gluteus medius

Поаѓа од надворешната илијачна јама, каде го зафаќа нејзиниот среден и најголем дел и се протега надолу и настрана за да се припои на големиот трохантер.

Тој е силен абдуктор на бутот кога истовремено се контрахираат **сите негови снопови**.

При дејство на **предните снопови** тој доведува до внатрешна ротација, абдукција и лесна флексија, додека при дејство само на **задните снопови**, покрај абдукција врши и надворешна ротација и лесна екстензија.

Кога точка на ослонец му е на бутната коска, тој ја исправа карлицата и ја ротира на спротивната страна.

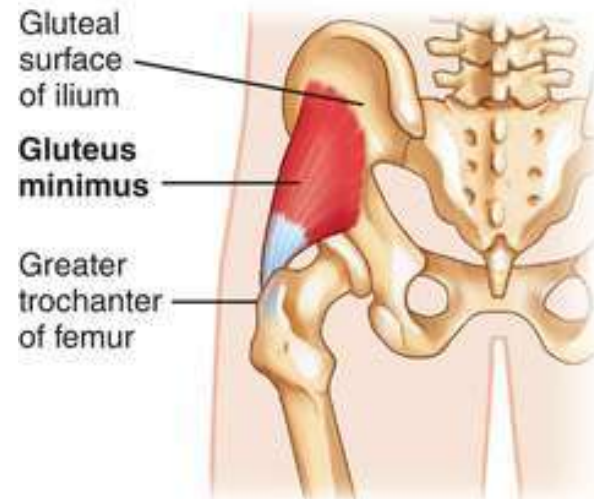
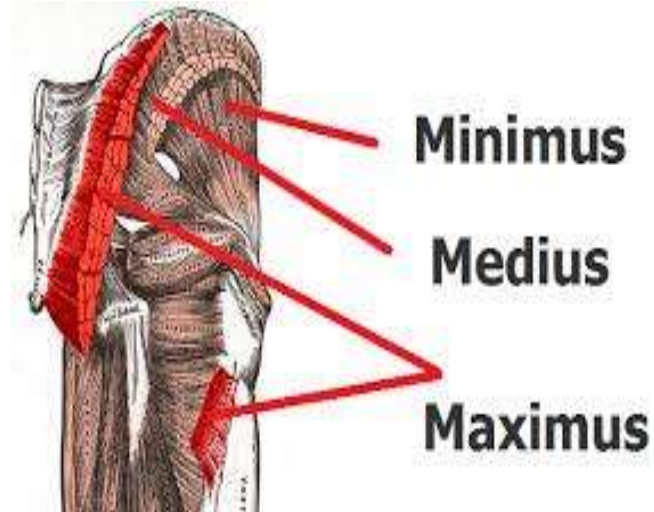


(6.65) Posterior/lateral view of right buttock

Длабоките мускули на седалниот предел

Малиот глутеален мускул е абдуктор на бутот, се припојува горе на предниот дел од надворешната бедрена јама, а долу на големиот трохантер.

Изолирано затегање на неговите предни снопови доведува до внатрешна ротација на бутот. Кога му е точката на ослонец на трохантерот, тој ја исправа карлицата и ја свиткува на својата страна.



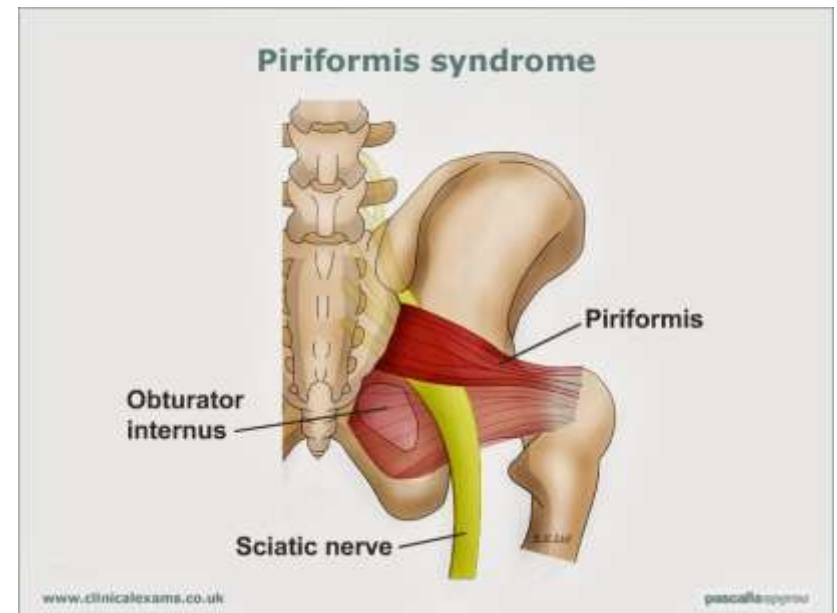
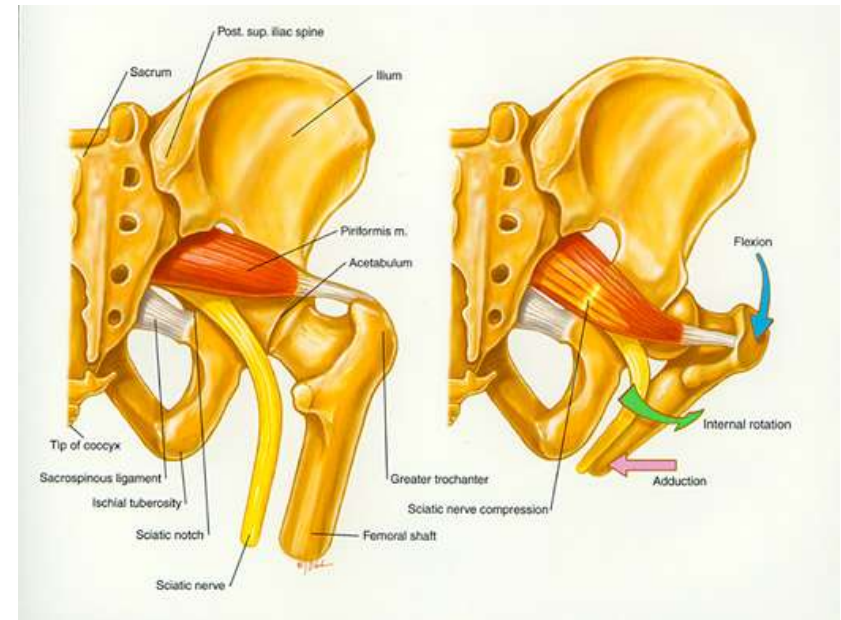
M.piriformis

Надворешен ротатор и помошен абдуктор.

Овој мускул е важен заради своите анатомски односи со n.ischiadicus. Имено, овој нерв минува низ отворот што се наоѓа под овој мускул (foramen infrapiriforme).

Кај мал процент од луѓето (15%) овој нерв поминува преку мускулот заради што при неговата напнатост доаѓа до ишијалгична болка т.н. Синдром на m.piriformis.

Останатите мускули од длабоката група се надворешни ротатори на бутот.



Мускули на бутот

Тие се групирани во три групи:

- Предна група: **m.quadriceps, m.sartorius**
- Внатрешна група: **m.pectineus, m.adductor longus, m.adductor brevis, m.adductor magnus, m.gracillis.**
- Задна група: **m.semimembranosus, m.semitendinosus, m.biceps femoris.**

M. quadriceps femoris

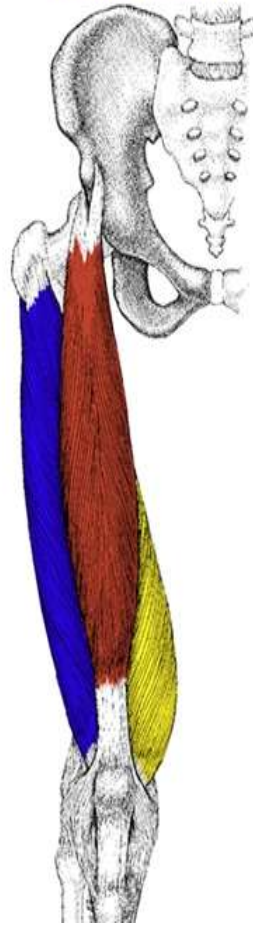
M. quadriceps femoris (m. vastus intermedius, m. vastus lateralis, m. vastus medialis и m. rectus femoris) е екстензор на коленото, но неговиот прав мускул (m. rectus femoris), кој е најповршен и се наоѓа во средината на предната страна на бутот учествува во флексија на бутот према карлицата.

M. rectus femoris се протега од spina iliaca anterior inferior и suprecillium acetabuli до базата на пателата, заедно со останатите мускули на квадрицепс.

Делови од заедничката тетива преминуваат преку пателата и го образуваат lig. patellae преку кој се припојуваат на tuberositas tibiae во проксималниот дел на предната страна на тибията.

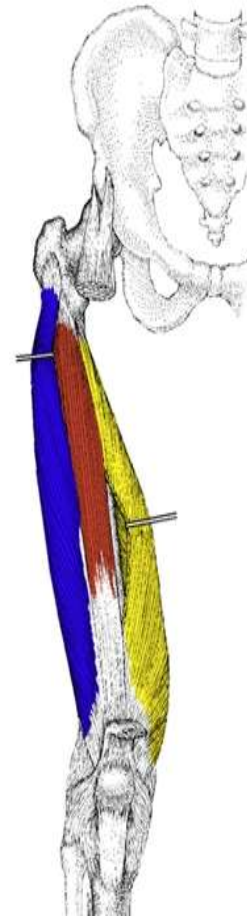
QUADRICEPS

Rectus Femoris
Vastus Lateralis
Vastus Medialis



QUADRICEPS

Vastus Intermedius
Vastus Lateralis
Vastus Medialis



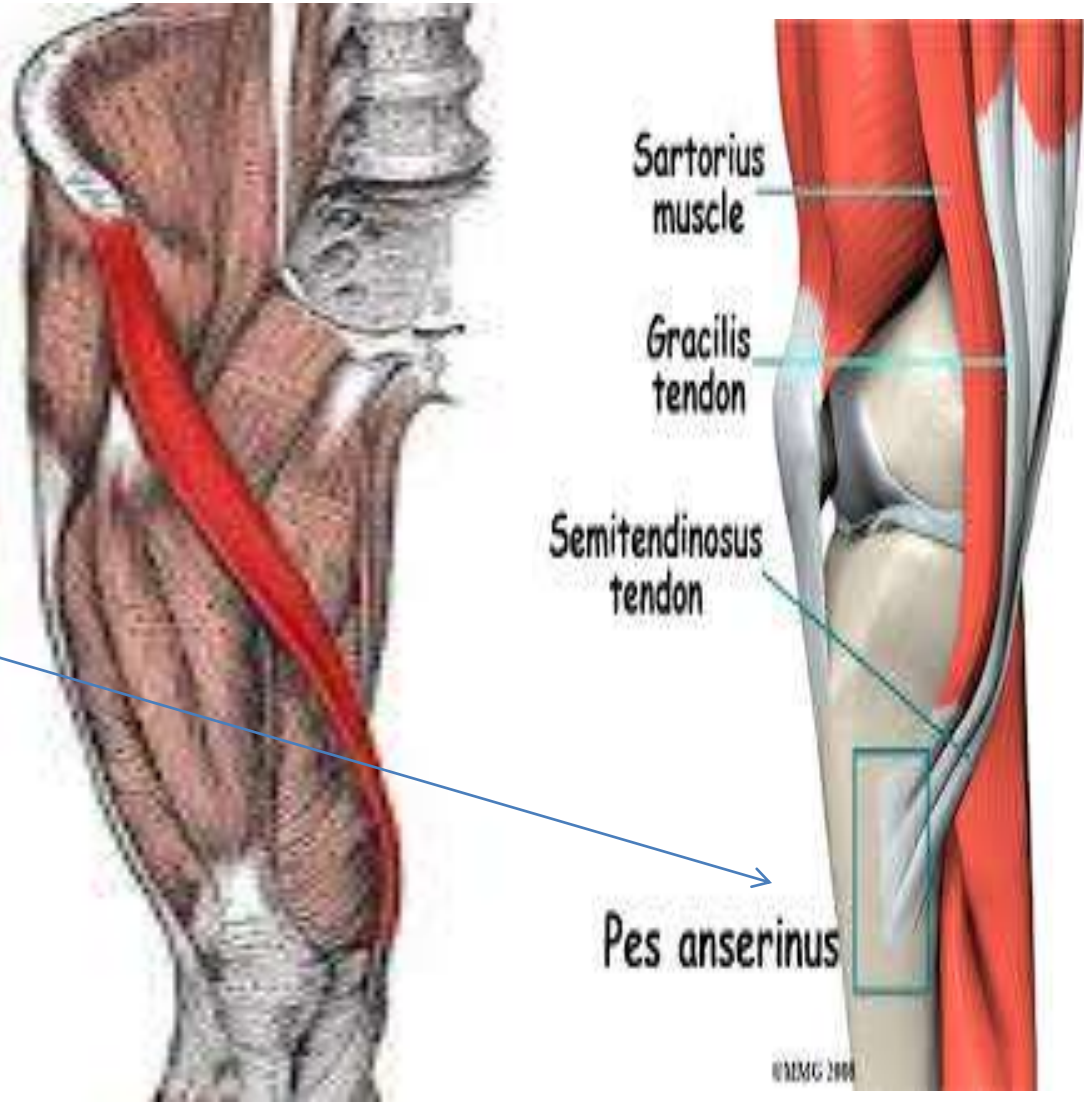
(6.46) Anterior view of right hip and thigh

M.sartoris

Се протега меѓу SIAS и предногорниот дел на внатрешната страна на тибјата, каде учествува во формирањето на заедничката тетива со m.semitendinosus и m. gracillis, т.н. Гускина нога (per anserinus).

Овој мускул е флексор, надворешен ротатор и лесен абдуктор на колкот.

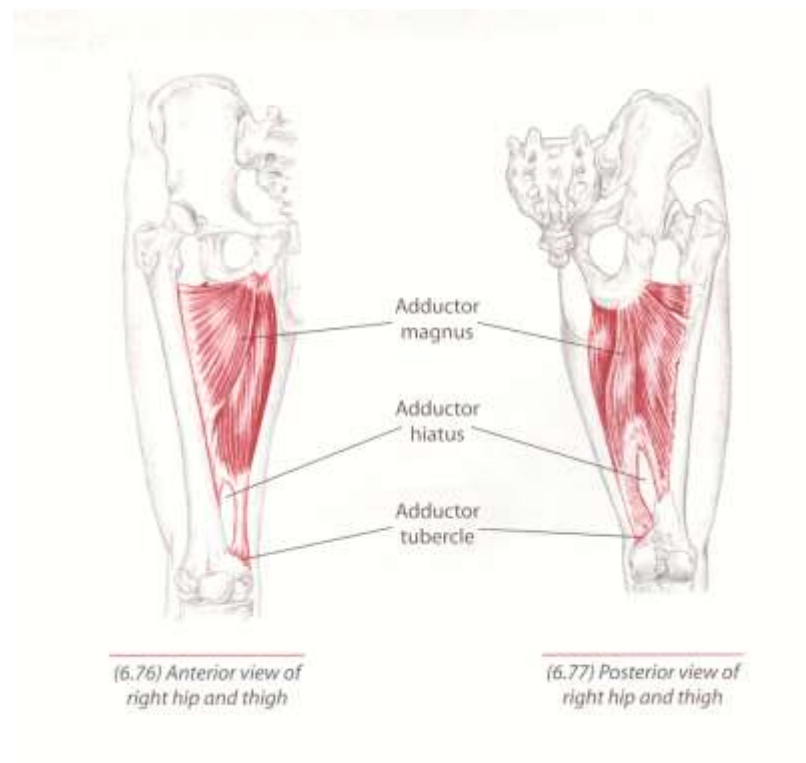
Тој ја доведува ногата преку другата нога, како што прават кројачите (оттаму му е и името на терзиски мускул), а исто така е и флексор на потколеницата кон натколеницата.



Внатрешна група: Аддуктори на колкот

Внатрешната група мускули на бутот се групирани така што формираат една триаглната мускулна маса, чиј врв е на препонската коска, а базата долж целата рапава линија на задната страна на бутната коска.

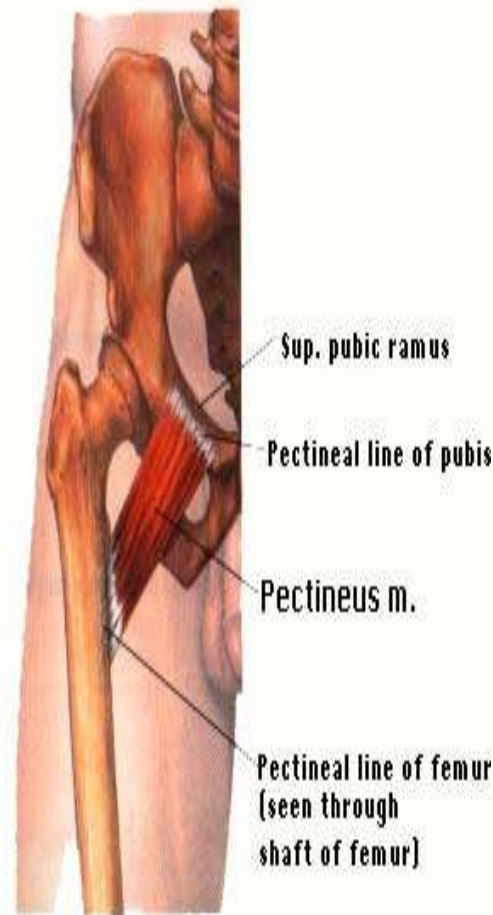
Тие имаат заедничка улога, сите се **аддуктори на колкот**



M.pectineus, m.adductor longus, m.adductor brevis се флексори и внатрешни ротатори.

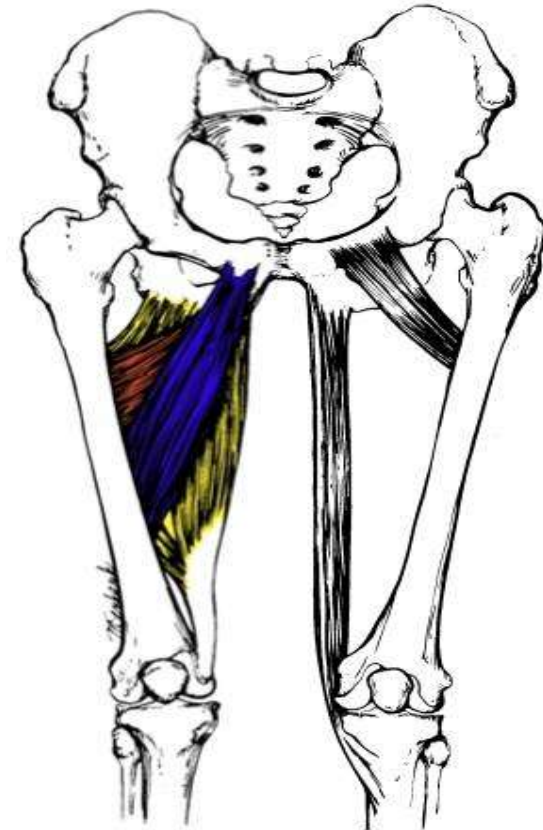
M.adductor magnus, кој се протега меѓу ramus inferior ossis pubis, ramus inferior ossis ischii и tuber ischiadicum, се до linea aspera на бутната коска е аддуктор, а неговата задна глава екстензор на бутот.

Истовремено дејство на двата големи аддуктори, како и на останатите аддуктори, ги привлекуваат бутовите еден кон друг, така што мускулите аддуктори се мускули на јавање.

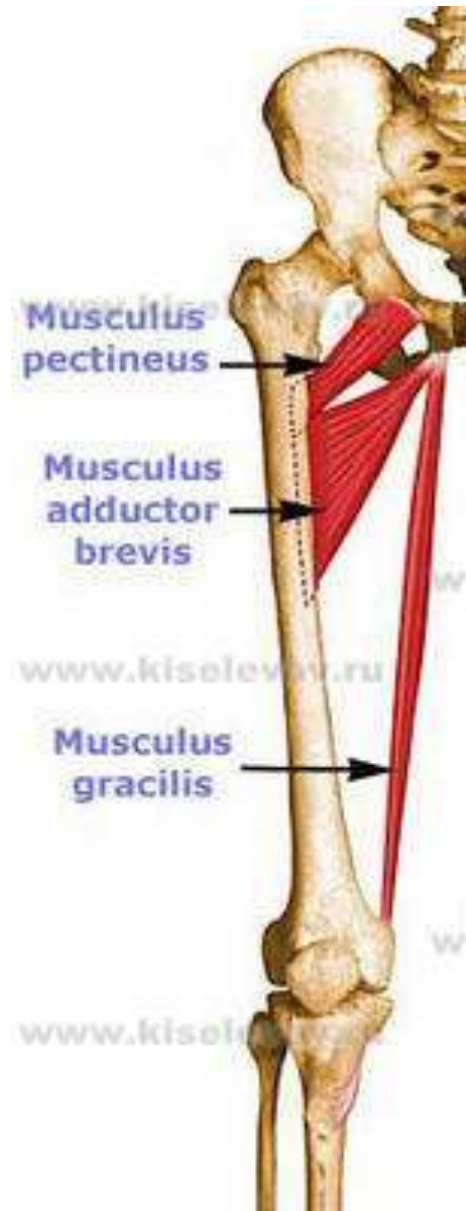


ADDUCTORS

Adductor Brevis
Adductor Longus
Adductor Magnus



M. Gracilis е аддуктор на бутот и флексор на подколеницата кон надколеницата со оглед на неговиот припој во проксималниот дел на тибјата во склоп на *pes anserinus*.



Задна група мускули на бутот

Задна група мускули на бутот се:

m.semitendinosus, *m.semimembranosus*, *m. biceps femoris*.

Сите три поаѓаат од *tuber ischiadicum* и завршуваат на коските на потколеницата, првите два на проксималниот крај тибијата, од нејзината внатрешна страна, а последните на *caput fibillae*.

Заради полужилестиот изглед на *m.semitendinosus*, уште се нарекуваат *hamstrinzi* (*ham*=сланина).

Нивното дејство е заедничко, Тие се флексори на потколеницата према бутот и екстензори на бутот кон карлицата, кога нивната улога на флексори е завршена.

Освен тоа, при флектирано колено, *m.biceps femoris* врши надворешна ротација, а *m.semimembranosus* и *m.semitendinosus*-внатрешна ротација на потколеницата.

HAMSTRINGS

- Biceps femoris
- Semimembranosus
- Semitendinosus

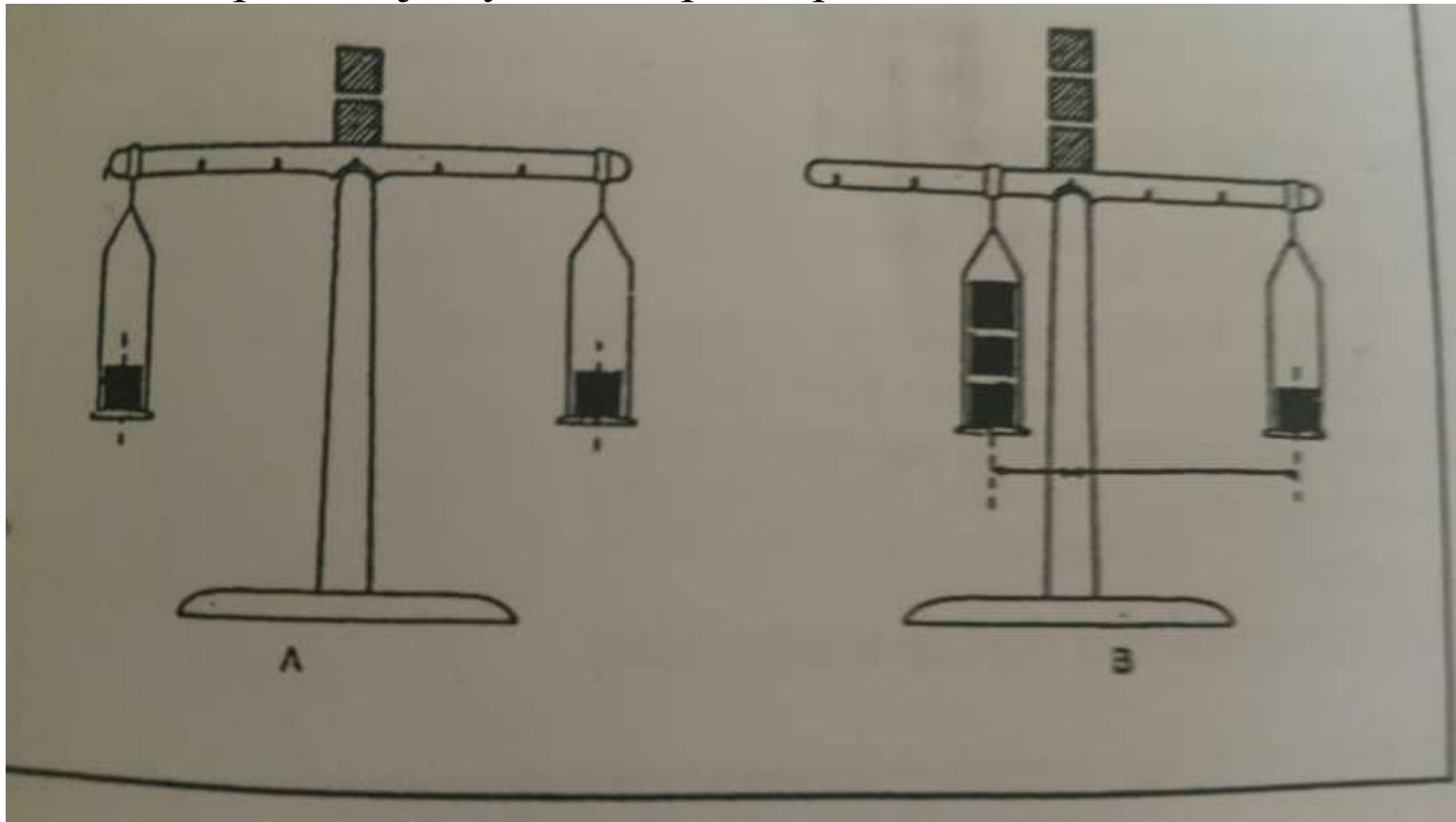


II предавање - функција на колк

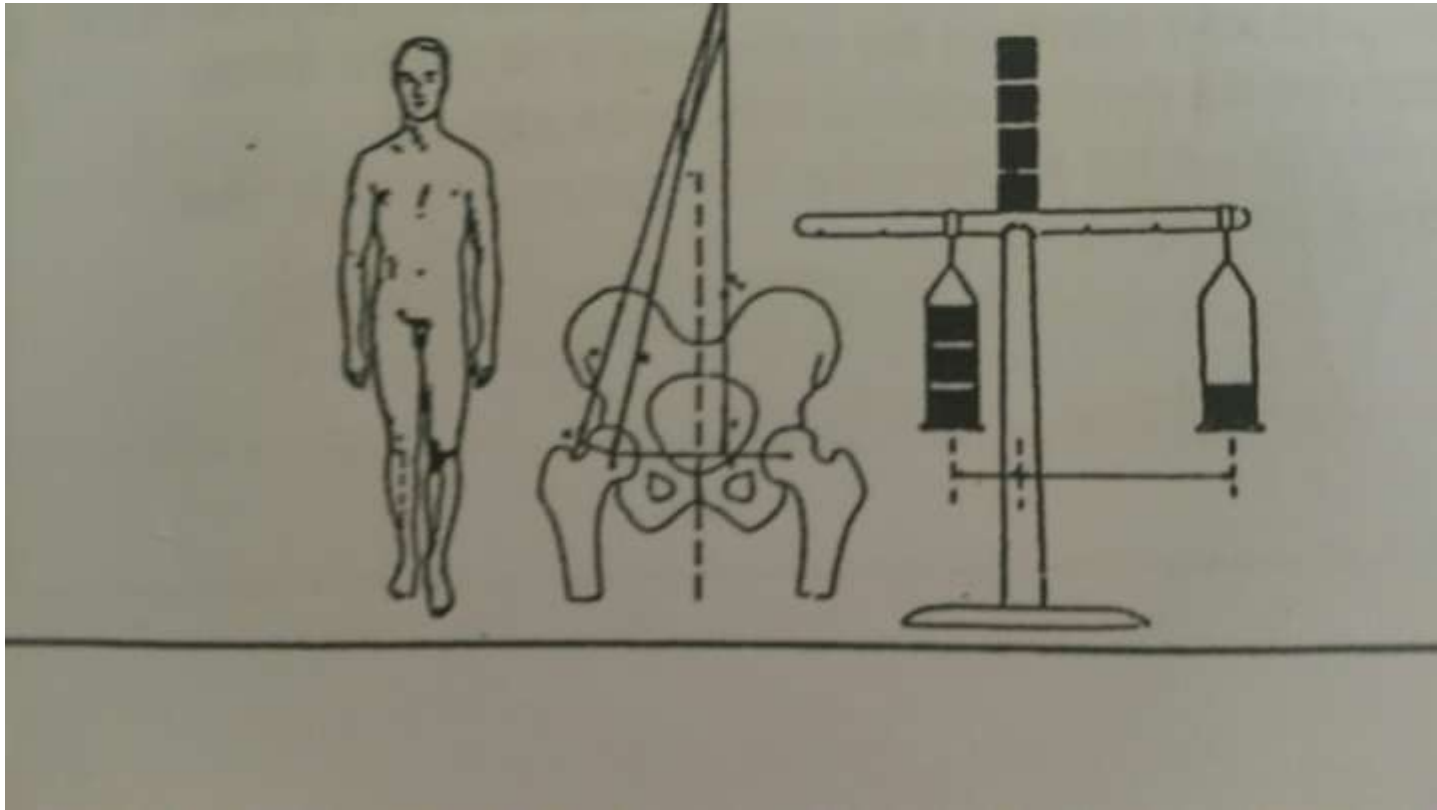
Функција на колкот

- Колкот обезбедува стабилност при носење на тежината на телото при стоење, одење, трчање, овозможува движење на ногата во просторот, како и пренесување на товарот од горниот дел на телото преку бедрото до долниот екстремитет.
- Силите кои делуваат врз колкот се различни, зависно од активноста.
- При стоење, врз колкот дејствува сила, која е околу $1/3$ од телесната тежина, при стоење на една нога оваа сила е околу 2,5 пати поголема од телесната тежина, при одење 1,3 до 5,8 пати, при одење по скали за 3 пати, а при трчање и 4,5 и повеќе пати поголема.

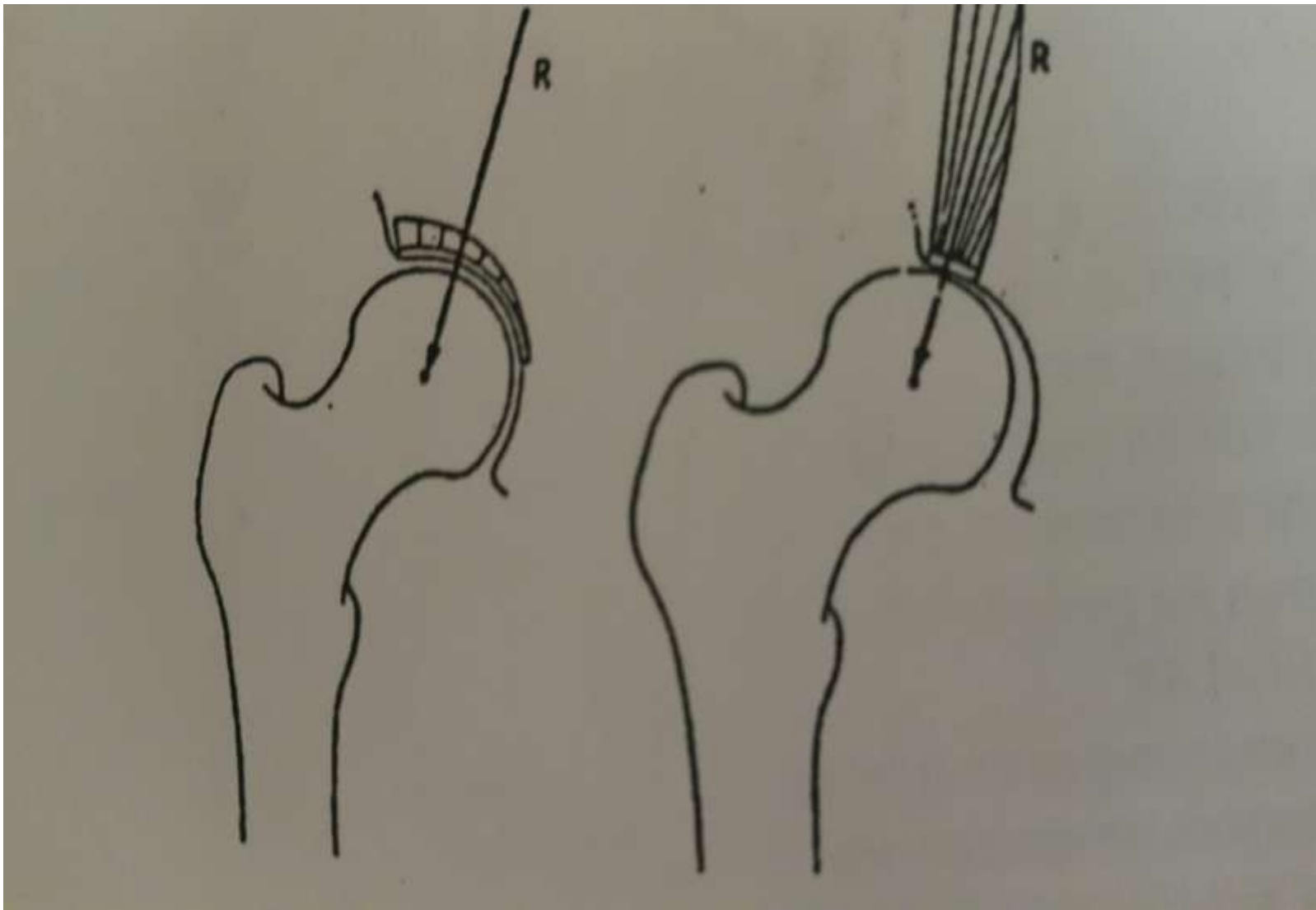
Според принципите на биомеханиката, еден зглоб не може да биде во рамнотежа доколку е оптоварен само со една сила, која делува од едната страна на зглобот. Во тој случај е потребно поставување на товар, односно дејство на сила на спротивната страна од зглобот. Според тоа, зглоб со нормална функција не може да биде оптоварен само со тежината на телото или само со мускулна сила, туку за да биде во рамнотежа овие две сили мора да дејствуваат координирано.



На примерот на колкот, кога при одење максимално се оптоварува едната нога, средиштето на гравитација се наоѓа нешто полатерално од средината на телото, на спротивната страна од оптоварената нога. Значи, гравитационата сила не делува во средината на телото, како што е случај при стоење на двете нозе. Доколку делува само оваа сила карлицата би паѓала на страната на делувањето на таа сила. Кај здрави лица до ова не доаѓа заради активност на пелвитрохантерната глутеална мускулатура, чија контракција не дозволува паѓање на карлицата. Бидејќи кракот на телесната тежина е поголем два до три пати од тој на делување на мускулите, снагата на мускулите треба да биде два до три пати поголема како резултат на што оптоварувањето е 3-4 пати поголемо од товарот.



- Ако латералниот крак е уште помал, оптоварувањето на столбот односно колкот ќе биде уште поголемо. Оттаму, при соха valgа оптеретувањето е поголемо одошто кај соха vara каде кракот на дејство на мускулната сила е подолг. При накривување на колкот, со префрлање на тежината на телото на оптоварениот колк, всушност се приближува тежиштето на телото кон колкот и на тој начин се скратува медијалниот крак, а со тоа и оптоварувањето.
- Самата коска при зголемено оптоварување реагира со хипертрофија, а при намалено- со атрофија што е во врска со силите на напрегање кои се создаваат во коските. Овие сили се секогаш поголеми на страната на притисокот одошто на страната на влечењето. Распоредот на напрегањето на зглобните површини може да се прати по склерозацијата на коската, која се јавува на местата со поголемо оптоварување.
- На пример, при сублуксација на колк постои склерозација на латералниот дел на ацетабулумот во вид на триаголник што може да се види на РТГ снимка.



Приказ на зголемување на напрегањето во зглобот при поместување на резултантната сила кон работ на ацетабулумот

Движења во зглобот на колкот

- Движењата во зглобот на колкот се изведуваат во три рамнини и околу три оски: флексија-екстензија во сагитална рамнина околу фронтална оска
- Абдукција- аддукција во фронтална рамнина околу сагитална оска и
- Внатрешна и надворешна ротација кои се изведуваат во хоризонтална рамнина околу вертикална оска. Сите овие оски на движење поминуваат низ центарот на главата на бутната коска.
- Вообичаените дневни активности (врзување чевли, седење, поземање предмети од под, станување од седната положба) бараат поголем опсег на движења во колкот одошто одењето. Во идеален случај пациентот би требал да има 120° флексија, 20° абдукција и 20° надворешна ротација.

- Движењата во колкот се дополнуваат со движења на карлицата и рбетниот столб.
- Учеството на рбетниот столб овозможува стабилност на трупот и негова рамнотежа. При хиперекстензија во колкот се зголемува лумбалната лордоза и предната косина на карлицата (се намалува аголот на инклинација на карлицата). При флексија во колкот доаѓа до обратна положба на карлицата и лумбалниот рбет со зголемување на аголот на инклинација на карлицата.
- При изведување на внатрешна и надворешна ротација, на слободната нога доаѓа до движење на вртење на карлицата околу главата на бутната коска на стоечката нога. При абдукција и аддукција, рбетниот столб малку се свиткува на спротивната страна заради одржување на рамнотежа на телото.

Движења во сагитална рамнина околу фронтална оска

- Ова се движења на флексија (антефлексија) и екстензија (ретрофлексија).
- Се изведуваат околу фронтална оска, која поминува низ центарот на двете глави на бутната коска (т.н. заедничка оска на колковите)
- Околу оваа оска се вршат движења на свиткување на карлицата кон напред во стоечки и седечки став, исправање на флектирана карлица како и привлекување на колената кон градниот кош при седење и лежење на грб.

Флексија во зглобот на колкот

- Изведена со исправено колено таа изнесува 80-90°, додека со свиткано колено 110-120.
- За време на ова движење главата на фемурот се врти околу својата оска со лесно задно лизгање во однос на ацетабулумот.

Примарни флексори се:

- *M. iliopsoas*
- *M. tensor fasciae latae*
- *M. sartorius*
- *M. rectus femoris*
- *M. adductor longus*
- *M. pectineus*

Секундарни флексори се:

- *M. adductor brevis*
- *M. gracilis*
- *M. gluteus minimus* (предни снопови)

- Утврдена е зависност на движењата флексија и екстензија од движењата абдукција- аддукција. Имено, движењата на флексија и екстензија во колкот се најголеми ако надколеницата е во абдукција од 5° . Понатамошната абдукција и промена на положбата кон аддукција го намалува опсегот на движење.
- При флектирана надколеница од 40° опсегот пак на абдукција и аддукција е најголем. При поголема флексија како и при приближување кон максималната екстензија опсегот знатно опаѓа.
- Најмала амплитуда, флексијата и екстензијата имаат при абдукција од 35° , додека максималната флексија на надколеницата значително го намалува обемот на абдукција и аддукција.
- Кај ротациите, внатрешната ротација е најголема при флектирана надколеница од 90° , а надворешната ротација при нешто помала флексија.

- Движењата во колкот ги изведуваат мускули чии припои се и на карлицата и на надколеницата но има и такви кои се припојуваат на подалечни сегменти(потколеница). Ова се двозглобни (биартикуларни) мускули чие значење е големо затоа што влијаат на амплитудата на движењата во колкот со положбата на оддалеченост (соседниот) зглоб- во овој случај коленото од што ќе зависи нивната растегливост.
- M.rectus femoris, кој е флексор на бутот кон карлицата е двозглобен мускул кој истовремено е и екстензор на потколеницата и како таков е фактор на ограничување на екстензијата на надколеницата и флексијата на потколеницата. При флектирано колено со своето затегање оневозможува потполна екстензија на бутот, а при ектендирана надколеница оневозможува полна флексија во коленото.
- Се смета дека флексорите и екстензорите на бутот имаат иста снага, додека абдукторите се 2.5 пати послаби од аддукторите.

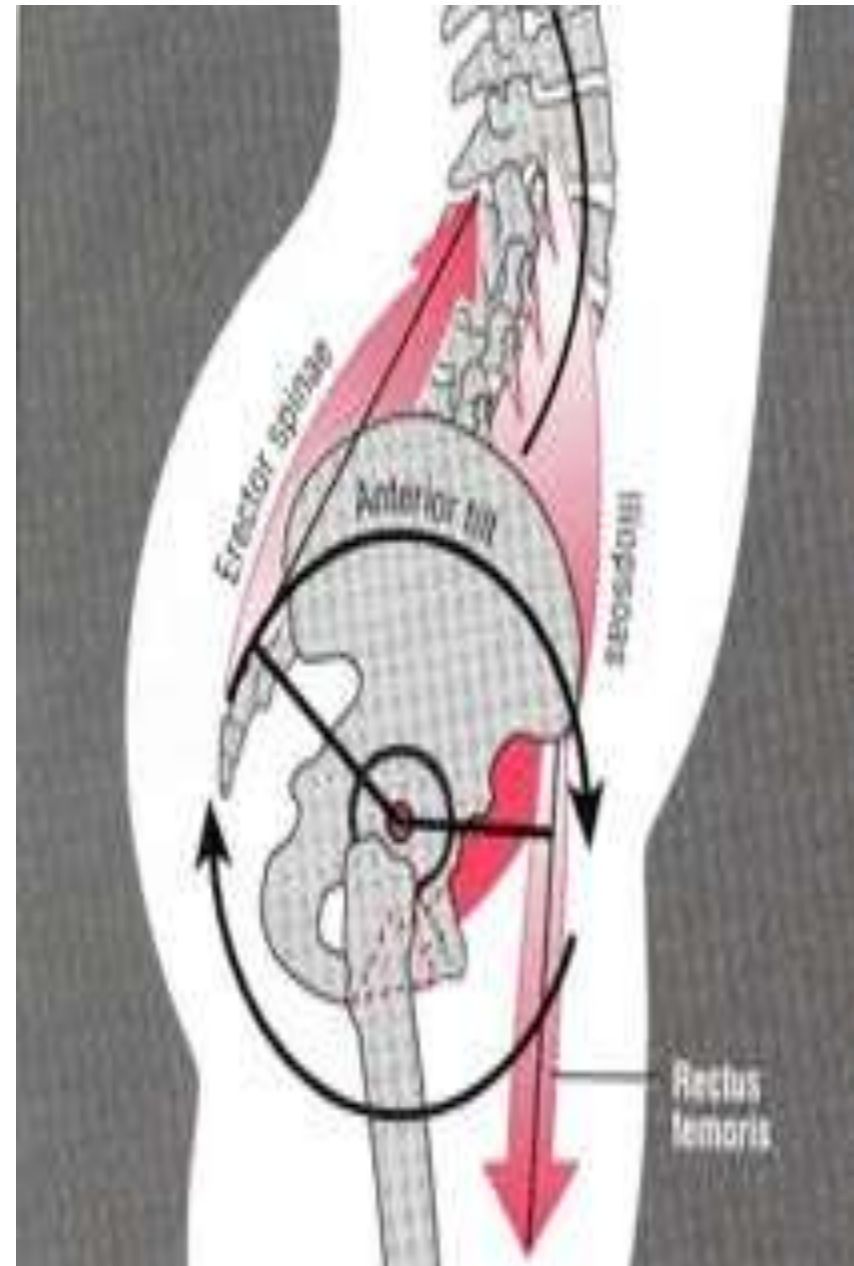
- Флексијата во колкот има најголема снага кога мускулите флексори се најиздолжени (*m.rectus femoris*, *m.iliopsoas*, *m.tensor fasciae latae*).
- Тоа е положба кога карлицата е во ретрофлексија, *tuber ischiadicum* е најповеќе спуштен, а *symphysis pubica* подигната.
- На оваа положба се надоврзуваат и пасивни сили на еластичност, кои делуваат во правец на контракцијата. Исправена лумбална лордоза (како при седечка положба) го издолжува *psoas major* што исто така погодува на изведување на флексијата.

- При изведување на флексија на надколеницата во стоечки став, дејството на *m.rectus femoris* го неутрализира дејството на Земјината тежа, а ротаторната компонента на сарториус (надворешна ротација) се неутрализира од спротивната ротаторна компонента на *m.tensor fasciae latae* (внатрешна ротација).
- При флексија од седечка положба кога колкот е флектиран за околу 80° движењата го обавуваат веќе скратени мускули. Сега се појакно истегнати мускулите од задната ложа на надколеницата (екстензори на колкот) чија еластичност ја отежнува активноста на флексорите. Најјакно учество во ова движење има *m.iliopsoas* бидејќи ефикасноста на *m.sartorius* и *m. tensor fasciae latae* и покрај силните контракции е мала.
- Скратеноста на флексорите на трупот се наведуваат како најзначајна причина за настанување на лумбалната лордоза како резултат на мускулни промени

Предното наведнување (инклинација) на карлицата е предизвикано од паровни сили на фексорите на колкот и екстензорите на долниот дел од рбетот.

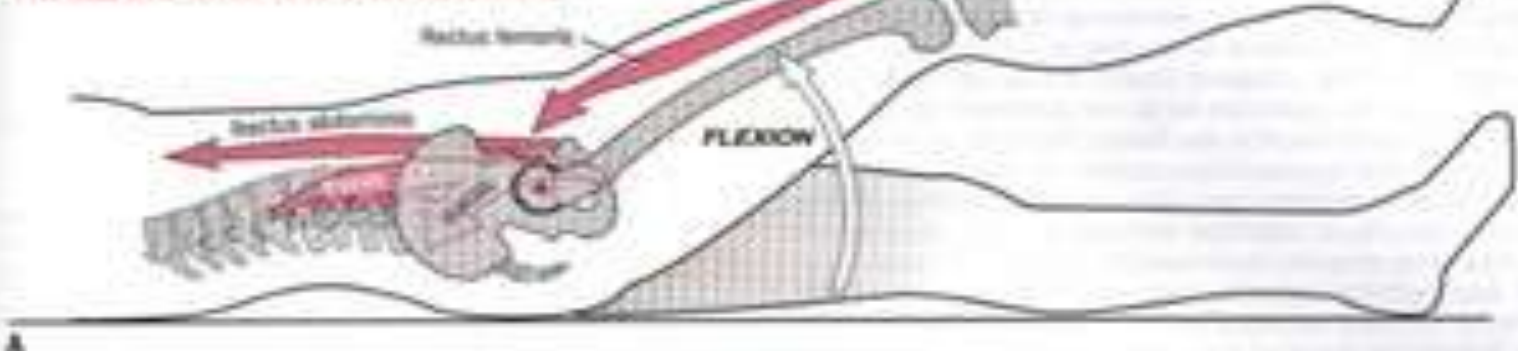
Со фиксирани фемури контракција на флексорите на колкот, ја ротираат карлицата околу медиолатералната оска преку двата колка. Се мисли на сите мускули кои се способни да направат флексија на карлицата спрема бутната коска.

Поголемо зголемување на лумбалната лордоза го зголемува компресивното оптоварување на лумбалните апофизални зглобови.

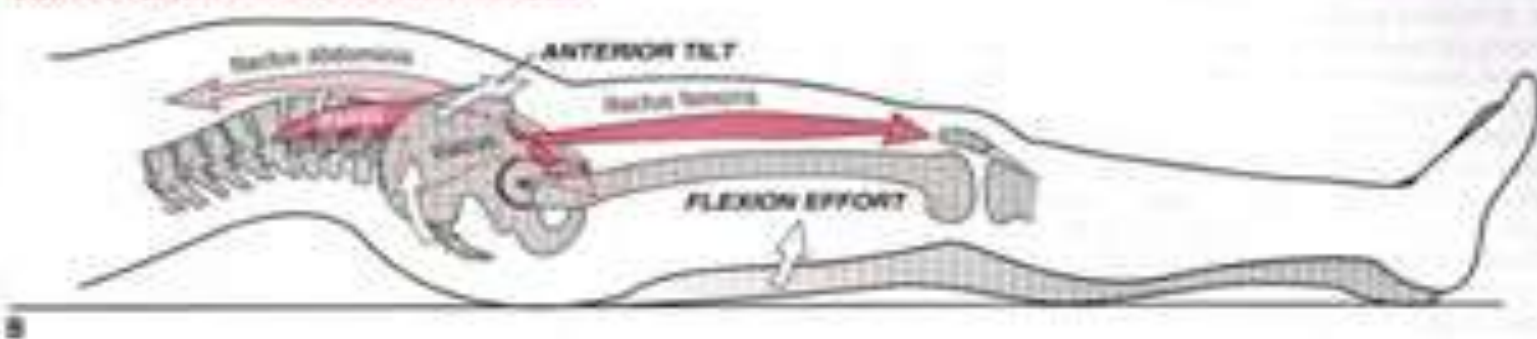


- Флексија на фемур спрема карлица се изведува со синергија на флексорите на колкот и абдоминалните мускули
- На пр. подигање на испружена нога се користи за јакнење на абдоминалните мускули. Ова изискува *m.rectus abdominis* да направи силно задно наведнување на карлицата за да го неутрализира потенцијалот на флексорите на колкот за предно наведнување.
- Без доволна стабилизација од страна на *m.rectus abdominis*, контракцијата на флексорите на колкот, е неефикасна и ќе биде употребена во наведнување на карлицата кон напред.
- При слабост на абдоминалните мускули, а релативно сочувани флексори на колкот ова движење може да предизвика болка во долниот дел од рбетот заради зголемена компресивна сила на апофизеалните зглобови на хронично, потполно екстендиран лумбален рбет.

Normal activation of abdominal muscles



Reduced activation of abdominal muscles



Флексорна контрактура на колк

- При постоење на флексорните мускули во предел на колкот скратувањето на флексорите мускули ќе доведе до ограничување на екстензијата во колкот
- Постоењето на флексорна контрактура во колкот ќе се одрази на биомеханиката на стоењето. Нормално, стоењето бара мала мускулна енергија. Колкот е стабилизан преку две спротивставни обртни сили: тежината на телото и пасивната напнатост на предните капсуларни лигаменти на колкот.
- Стоење со колкови близу полна екстензија ја поставува линијата на дејство на телесната тежина лесно зад медио-латералната оска на колкот. Таа е всушност мала обртна екстензорна сила. Понатамошната екстензија е спречена од пасивната флексорна обртна сила на истегнатите капсуларни лигаменти.
- При флексорна контрактура, силата на телесната тежина ја менува положбата пред колкот создавајќи флексиона обртна сила.
- Додека гравитацијата нормално го екстендира колкот сега таа делува како флексор на колкот. Со цел да се спречи клекнување потребно е активна обртна сила на екстензорни мускули како *m.gluteus maximus*.
- Од друга страна, метаболната побарувачка е поголема што прави овие луѓе често да сакаат да седнат, што само уште повеќе ја влошува состојбата.

Ефект на флексорна контрактура во колк врз стоењето

EFFECTS OF HIP FLEXION CONTRACTURE ON THE BIOMECHANICS OF STANDING



Екстензија на надколеница

- Екстензија на надколеницата се изведува околу истата оска на движење како флексијата. Изнесува 20-30°.
- За време на ова движење главата на фемурот се врти околу својата оска со лесно предно лизгање во ацетабулумот.

Примарни екстензори се :

- *M.gluteus maximus*
- *M.biceps femoris*(долга глава)
- *M.semitendinosus*
- *M.semimembranosus*
- *M.adductor magnus* (задна глава)

Секундарни екстензори се:

- *M.gluteus medius* (задни снопови)

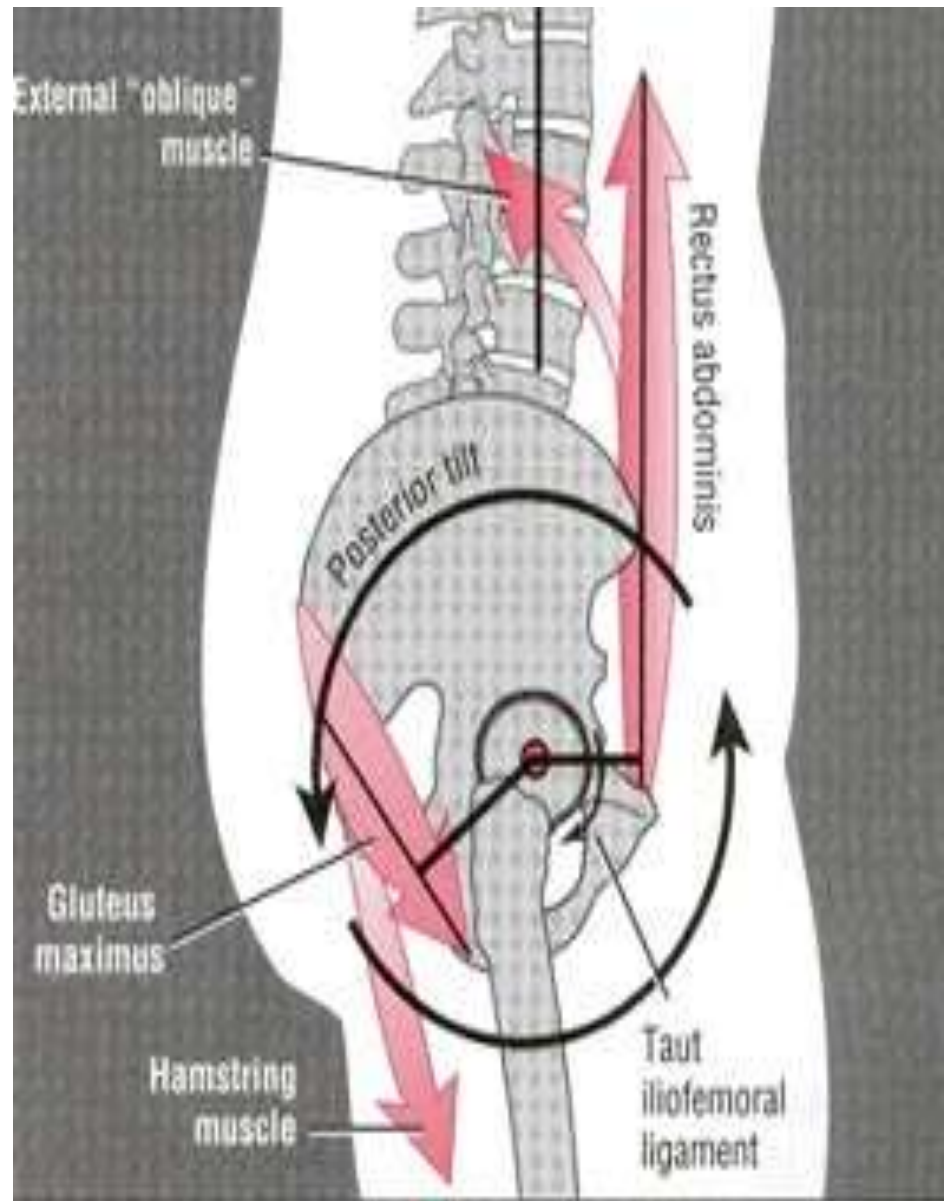
- За сите нив е карактеристично што мускулните влакна се сместени зад оската на движење.
- Екстензија на надколеницата се изведува полесно при екстензија на потколеницата одошто обратно, зашто мускулните влакна се издолжени, *tuber ischiadicum* се поместува кон назад и се оддалечува од оската на движење, а мускулните влакна се издолжуваат што овозможува полесна контракција (кракот на овој начин им е подолг, патие со помала снага можат да совладаат поголем отпор), а и силите на пасивна еластичност им помагаат на контракцијата.

- *M.gluteus maximus* е главен екстензор на колкот. Дел од неговите влакна се наоѓа над нивото на главата на бутната коска, а дел под неа. Оние влакна кои се над главата вршат. Покрај екстензија и абдукција и надворешна ротација, додека долните при своето скратување наметнуваат аддукција и надворешна ротација. Значи, во однос на абдукција-аддукција тие меѓусебе се антагонисти, додека екстензорното делување им е заедничко. Сепак нема потполна рамнотежа, туку при екстензија на колкот абдукторната компонента е поизразена.
- При одење *m.gluteus maximus* учествува со различна сила зависно од условите за одење. Имено, неговото дејство се зголемува ако условите за одење се потешки и одот се изведува против поголем отпор (тешки чевли, одење по кал и сл.)
- Од хармстринзите, *m.biceps femoris* и *m.semimembranosus* имаат поголем удел во екстензијата на надколеницата додека улогата на *m.semitendinosus* е помала и тој е претежно флексор на коленото.

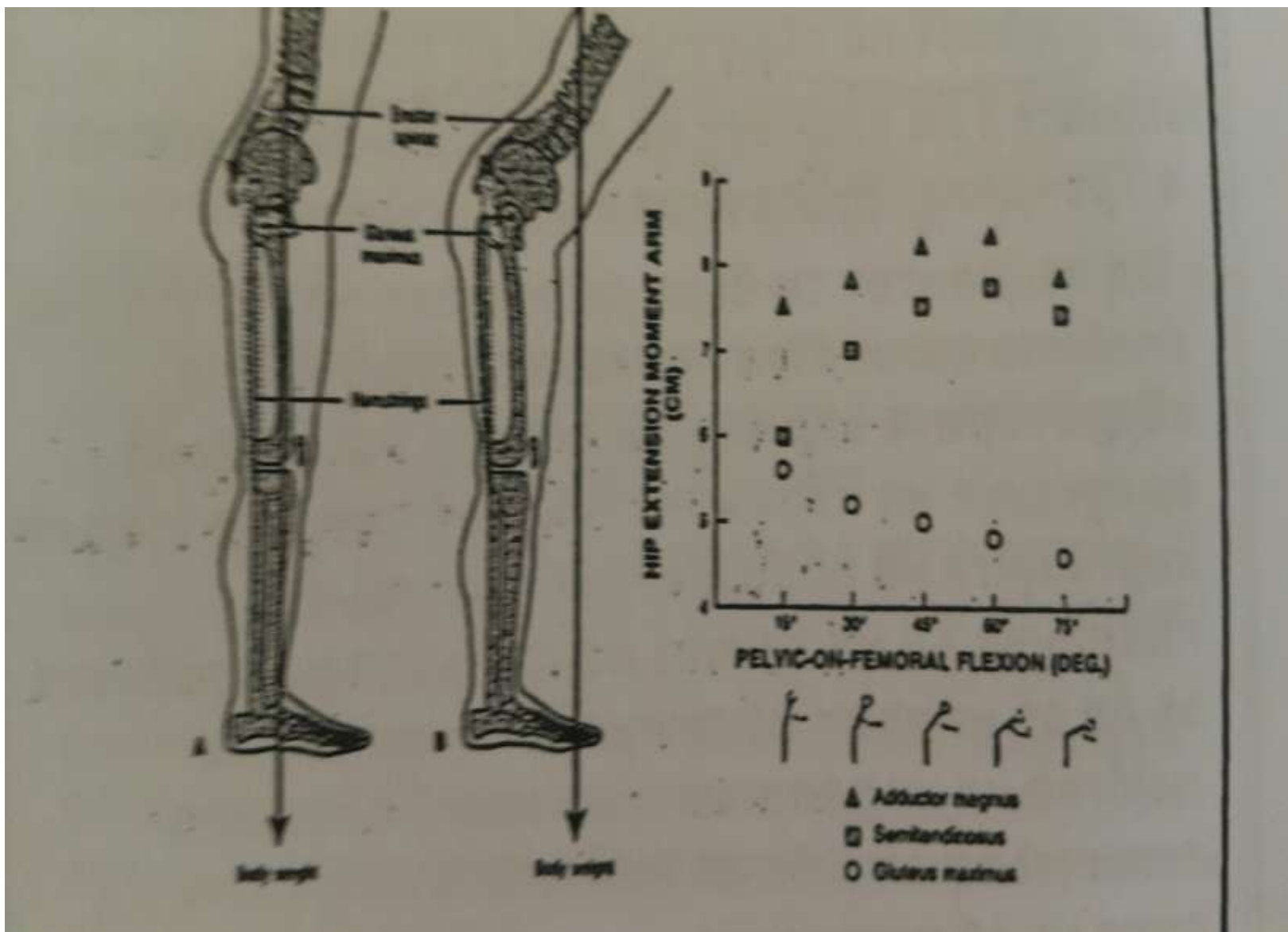
Кога супралумбалниот рбет е стационарен екстензорите на колкот и абдоминалните мускули дејствуваат како пар од сили кои може да ја наведнат карлицата кон назад.

Ова доведува до екстензија на колковите и редуцирање на лумбалната лордоза.

И овде главите на бутните коски се стожер околу кој се изведува движењето.



- Дејството на екстензорите на колкот доаѓа до израз при наведнување на телото кон напред.
- Лесно наведнување кон напред доведува до поместување на силата на телесната тежина лесно понапред од медио-латералната оска на ротација во колкот. Ова е попречувано од активацијата на *m.gluteus maximus* и хармстринзите.
- При поголемо наведнување кон напред силата на телесната тежина е значително поместена кон напред што бара поголема мускулна активација од хармстринзите. *Gluteus maximus* во оваа положба останува релативно неактивен. Ова е затоа што при предно наведнување се намалува неговиот крак на сила додека тој на хармстринзите е зголемен. Хармстринзите притоа се издолжуваат преку колковите и колената што помага и во подршката на делумно флектираните колена.
- *M.gluteus maximus* повеќе се активира кога е потребна значителна екстензиона обртна сила како на пример при качување по стрмни скали.



Активација на екстензорите на колкот при предно наведнување

Движења во фронтална рамнина околу сагитална оска

- Ова се движења на одведување (абдукција) и приведување (аддукција) на бутот во однос на средишната линија на телото. Движењата се изведуваат околу сагитална оска која минува низ центарот на главата на фемурот.
- Абдукција на надколеница
- При абдукција настанува долно лизгање на главата на фемурот во ацетабулумот. Абдукција изнесува $45-50^\circ$.

Примарни абдуктори се:

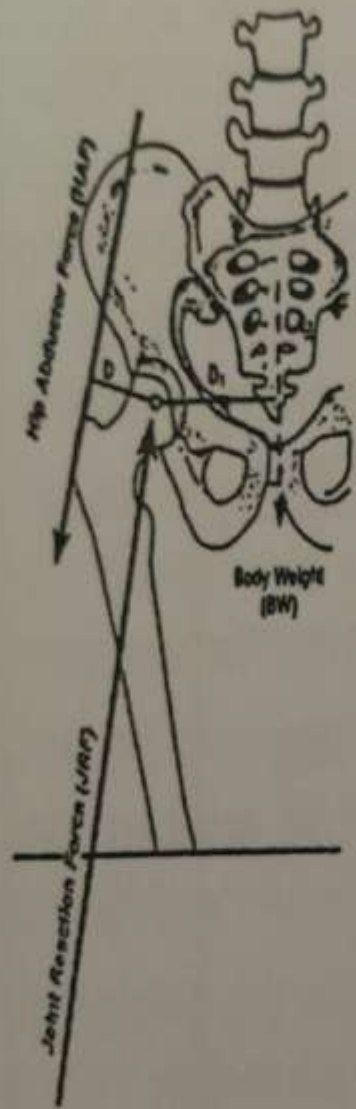
- *M.gluteus medius*
- *M.gluteus minimus*
- *M.tensor fasciae latae*

Секундарни абдуктори се:

- *M.piriformis*
- *M.sartorius*

- *M. gluteus medius* и *m. gluteus minimus* се особено значајни за одржување стоечки став на една нога па при нивна слабост, доаѓа до пад на карлицата на спротивната страна, без оглед на тоа дали се работи за скратување на мускулите, како на пример после траума или е последица на пареза.
- Силата на абдукторите на колкот е значајна за време на фазата на потпора на една нога при одење. Без соодветна абдукторна обртна сила на носечката нога карлицата и трупот можат неконтролирано да паднат на страната на ногата што се ниша.
- За време на од по рамен терен, на косен терен или при трчање мускулите абдуктори прават големи напори за да спречат пад на карлицата на спротивната страна како и да овозможат ротаторни движења на карлицата со јако ангажирање на предните снопови со што спротивната страна на карлицата се повлекува кон напред. Заради оваа своја улога на бочни стабилизатори на колкот тие се вбројуваат во редот на значајни антигравитациони мускули.

- За време на фазата на потпора на една нога мускулите абдуктори, претежно *m.gluteus medius*- продуцира најголемо количество на сила во предел на колкот.
- Неговиот крак на сила е околу половина од должината на кракот на надворешната сила од телесната тежина. Заради оваа разлика во должината на краците, абдукторот мора да развие сила двапати поголема од тежината на телото за да постигне стабилност за време на фазата на потпора на една нога.
- Според тоа, со секој чекор, карлицата е под сила која е комбинирана од таа продуцирана од абдукторите на колкот и таа од влечењето на телесната тежина.
- За да се постигне рамнотежа, надолната сила е неутрализирана од силата на реакција на зглобот со иста големина, но со спротивна насока.
- Во услови на рамнотежа силата на реакција во зглобот е еднаква на збирот од мускулната сила и силата на телесната тежина.



Counterclockwise (internal) torque

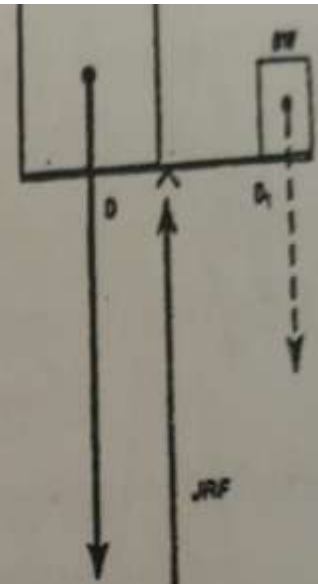


$$HAF \times D$$

Clockwise (external) torque



$$BW \times D_1$$



Sample Data:
 $D = 4.39 \text{ cm}$, $D_1 = 8.64 \text{ cm}$
 Total body weight (BW) = 760.6 N (171 lbs)

Torque Equilibrium Equation
 Counterclockwise torque = Clockwise torque
 $HAF \times D = (P \times BW) \times D_1$
 $HAF = \frac{631.3 \text{ N} \times 8.64 \text{ cm}}{4.39 \text{ cm}}$
 $HAF = 1,242.5 \text{ N (279.3 lbs)}$

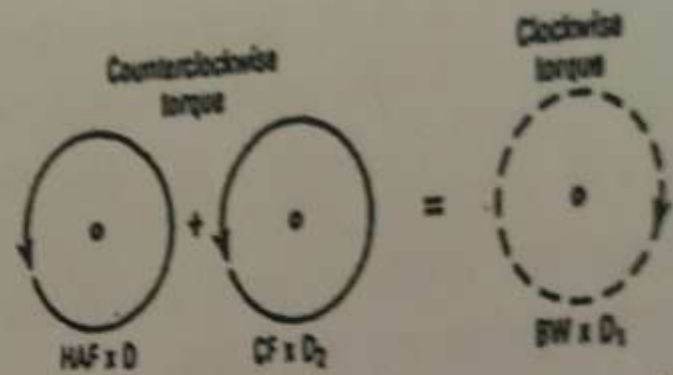
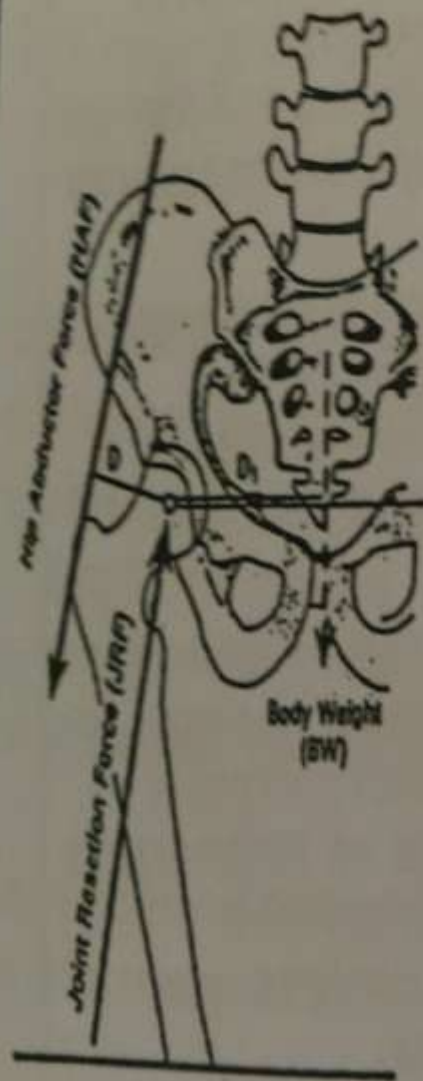
Force Equilibrium Equation
 Upward force = Downward force
 $JRF = HAF + BW$
 $JRF = 631.3 \text{ N} + 760.6 \text{ N}$
 $JRF = 1,391.9 \text{ N (313.3 lbs)}$

*excludes the weight of the right lower extremity.

Знак на Тренделенбург

- Одредени медицински состојби може да доведат до слабост на абдукторите на колкот.
- Показател на слабост на абдукторите на колкот е Тренделенбурговиот знак:
- Од пациентот се бара да застане на ногата над слабиот колк. При постоечка слабост на абдукторите карлицата паѓа во состојба на аддукција на карлица спрема фемурите (пад на карлицата на спротивната страна) со наведнување на трупот на страната на слабоста, за да се намали должината на кракот на дејство на надворешната сила (телесната тежина) со што би се намалила потребата од сила на абдукторите.

- Лицата кои имаат болен и нестабилен колк користат бастун на спротивната страна од болниот колк.
- Ваква употреба на бастун ги намалува силите кои се предизвикани од дејството на абдукторните мускули.
- Носењето на бастун во левата рака ќе резултира со сила на реакција во десниот колк, која е околу 36% помала од таа која би постоела доколку не се носи бастун.
- За да се има рамнотежа, нагорните сили треба да се еднакви на надолните. Во случајот збирот на силата на реакција во зглобот и силата на бастунот е еднаква на збирот од $\frac{5}{6}$ од телесната тежина и силата на абдукторите.



Sample Data:

- $D = 4.39 \text{ cm}$, $D_1 = 8.64 \text{ cm}$
- Total body weight (BW) = 760.6 N (171 lbs)
- Cane force (CF) = 75.6 N (17 lbs), $D_2 = 35 \text{ cm}$

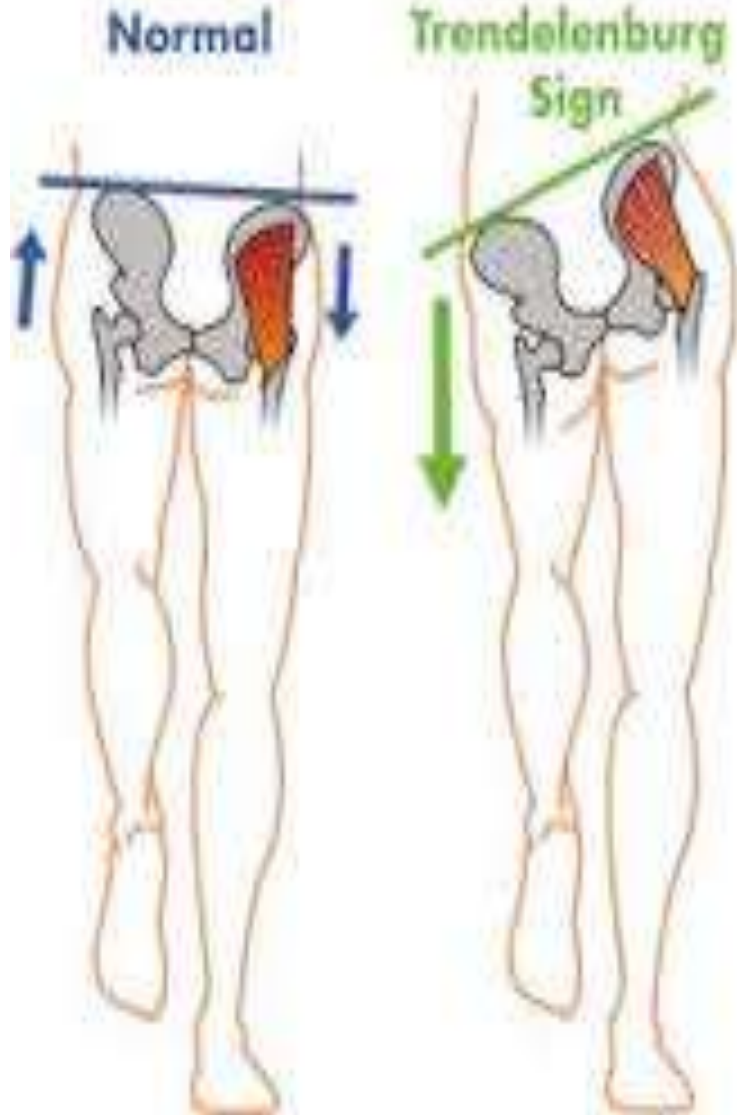
Torque Equilibrium Equation

Counterclockwise torque = Clockwise torque
 $HAF \times D + CF \times D_2 = (\frac{1}{2} BW) \times D_1$
 $HAF = \frac{(631.3 \text{ N} \times 8.64 \text{ cm}) - (75.6 \text{ N} \times 35 \text{ cm})}{4.39 \text{ cm}}$
 $HAF = 639.7 \text{ N} (143.8 \text{ lbs})$

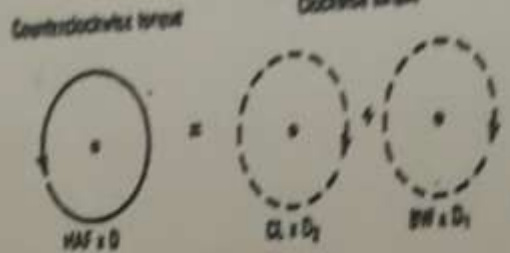
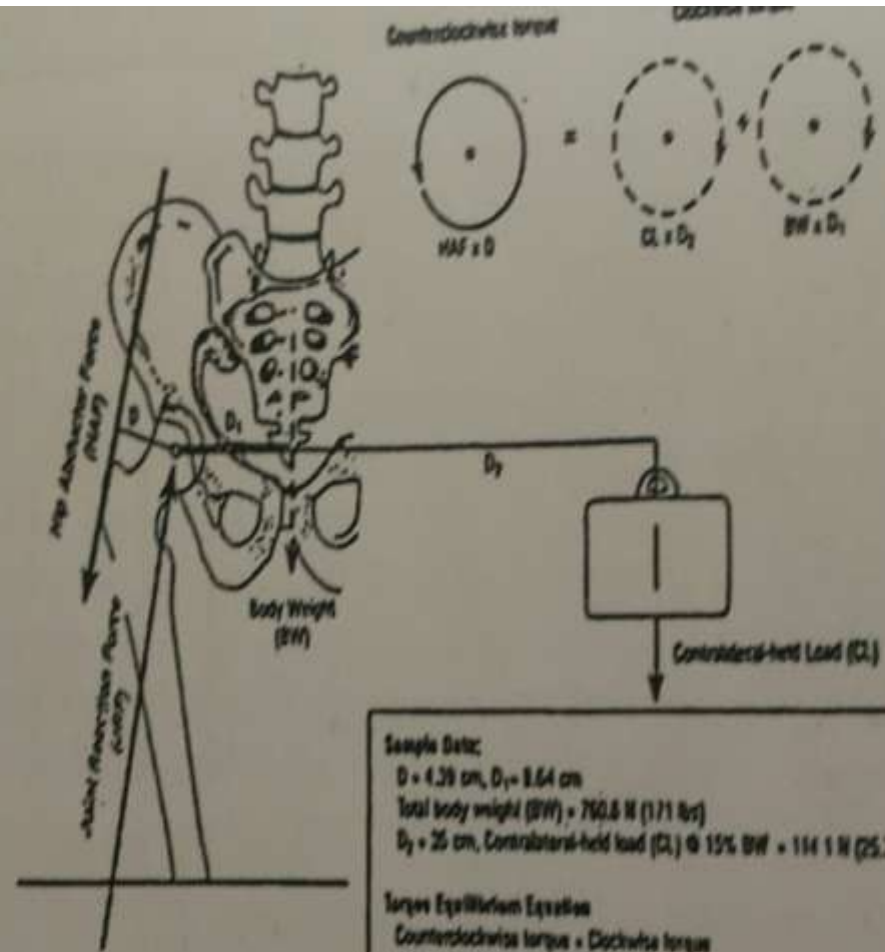
Force Equilibrium Equation

Upward force = Downward force
 $JRF + CF = \frac{1}{2} BW + HAF$
 $JRF = \frac{1}{2} BW + HAF - CF$
 $JRF = 380.3 \text{ N} + 639.7 \text{ N} - 75.6 \text{ N}$
 $JRF = 944.4 \text{ N} (212.8 \text{ lbs})$

*excludes the weight of the right lower extremity.



- Лица со болен и нестабилен колк треба да избегнуваат носење на товар на контралатералната страна од болниот колк. Во тој случај контралатералниот товар ќе има многу голем крак на сила што ќе продуцира голема обртна сила врз болниот колк.
- Поради релативниот мал крак на сила на абдукторите, тие ќе мора да развијат огромна сила. Покажано е дека носење на товар на спротивната страна со тежина од само 15% од телесната тежина значително ја зголемува силата на реакција во зглобот на колкот и оптоварувањето на колкот е околу 4 пати поголемо од телесната тежина.



Sample Data:
 $D = 4.39 \text{ cm}$, $D_1 = 8.64 \text{ cm}$
 Total body weight (BW) = 760.8 N (171 lbs)
 $D_2 = 25 \text{ cm}$, Contralateral-head load (CL) @ 15% BW = 114.1 N (25.7 lbs)

Torque Equilibrium Equation
 Counterclockwise torque = Clockwise torque
 $MAF \times D = CL \times D_1 + \left(\frac{1}{2} BW\right) \times D_2$
 $MAF = \frac{(114.1 \text{ N} \times 25 \text{ cm}) + (631.3 \text{ N} \times 8.64 \text{ cm})}{4.39 \text{ cm}}$
 $MAF = 2,152.1 \text{ N (483.8 lbs)}$

Force Equilibrium Equation
 Upward force = Downward force
 $JRF = \frac{1}{2} BW + MAF + CL$
 $JRF = 631.3 \text{ N} + 2,152.1 \text{ N} + 114.1 \text{ N}$
 $JRF = 2,897.5 \text{ N (651.1 lbs)}$

*exclude the weight of the right lower extremity.

Аддукција на надколеница

Аддукцијата изнесува 20-30°

- Примарни аддуктори се:
- *M.adductor longus*
- *M.adductor brevis*
- *M.pectineus*
- *M.gracillis*
- *M.adductor magnus*(двете глави)
- Заедночко за овие мускули е дека проксималните припои им се наоѓаат пред *tuber ischiadicum* и долните гранки на седалната и пубична коска, а долните припои им се на *linea aspera*. *Adductor longus* и *brevis* и *pectineus* наметнуваат и внатрешна ротација.

Секундарни аддуктори:

- *m.biceps femoris* (долга глава)
- *m.quadratus femoris*
- *m.gluteus maximus* (долни снопови)

- Независно од положбата на колкот, задните снопови на *m.adductor magnus* се моќни екстензори на колкот, слично на хамстринзите.
- Останатите аддуктори можат да бидат и флексори или екстензори зависно од положбата на колкот.
- При положба на колкот од 50-60 флексија линијата на сила на *m.adductor longus* е зад медио-латералната оска на движење на колкот. Во оваа положба тој ќе има екстензорен обртен момент слично како задната глава на *m.adductor magnus*.
- При положба на флексија помала од 60 неговата линија на сила минува пред медио-латералната оска на зглобот заради што мускулот ќе развие флексорен обртен момент како на пример тој на *m.rectus femoris*.

- Улогата на аддукторите е мала при одржување на стоечки став за разлика од улогата на абдукторите.
- Но при стоење со полн ослонец на двете стапала, при придвижување на карлицата лево- десно тие се активни и покрај присутната активност на абдукторите.
- При носење тежина од една на друга нога нивното ангажирање е толку поголемо колку е растојанието меѓу стапалата (расчекорот) поголемо.
- При исчекор со едната нога најдена е активност на аддукторите на другата нога, која останала потпрена на земја. Овде аддукторите се соработници кои го корегираат правецот на дејство на главните мускули (абдукторите). Значи и аддукторите со своите природни антагонисти (абдукторите) придонесуваат за стабилност на колкот.

Движења во хоризонтална рамнина околу вертикална оска

- Надворешна ротација во колкот изнесува 45° .

Примарни надворешни ротатори се:

- *m.gluteus maximus*
- *m.piriformis*
- *m.obturator internus*
- *mm.gemilli*
- *m.quadratus femoris*
- *m. sartorius*

Секундарни надворешни ротатори се:

- *m. gluteus medius* (задни снопови)
- *m.gluteus minimus* (задни снопови)
- *m.obturator externus*
- *m.biceps femoris* (долга глава)

- Ротациите се изведуваат околу надолжната оска на надколеницата. Тоа е оска која се протега од центарот на главата преку средината на долниот крај на бутната коска (не ја прати дијафизата). Оваа оска е оска на ротација на надколеницата при екстендирано колено.
- Доколку ногата е потпрена на подлогата оската минува низ точката на ослон на подлогата. Доколку коленото е флектирано и потпрено на подлога, тогаш оската која поаѓа од центарот на главата поминува низ точката на ослонец на стапалото за подлогата (најчесто петата). Ако ногата нема контакт со подлогата тогаш оската поминува од центарот на главата низ тежиштето на целата нога.
- Ова тежиште или центар на тежината на целиот долен екстремитет се менува зависно од положбата што ја завзема потколеницата спрема надколеницата и стапалото спрема потколеницата па според тоа може да претставува различни точки. Доколку ногата е испружена центарот на тежината е во коленото.

Внатрешна ротација на колкот изнесува 35-45°.

- Примарни внатрешни ротатори нема. Ова е поради непостоење на мускул кој оптимално е сместен во хоризонтална рамнина за да продуцира обртна сила за внатрешна ротација.

- Секундарни внатрешни ротатори се:
 - m. gluteus minimus
 - m. gluteus medius
 - m. tensor fasciae latae
 - m. adductor longus
 - m. adductor brevis
 - m. pectineus
 - m. semitendinosus
 - m. semimembranosus

- За внатрешна ротација на колкот најпогоден е агол од 90° флексија во колкот, додека за надворешна ротација поповолен е помал агол.
- При флектирање на ногата под 90° , *gluteus minimus* и *gluteus medius* ја насочуваат силата на своето дејство скоро перпендикуларно на лонгитудиналната оска на ротација.
- Некои надворешни ротатори како *m.piriformis* при флексија на колкот од 90° стануваат внатрешни ротатори.
- Ова објаснува зошто обртната сила на внатрешната ротација е скоро за 50% поголема при флектиран, одошто при екстендиран колк.
- При нога во екстензија ротационите движења имаат најмала амплитуда заради затегнатоста на лигаментите околу зглобот.

- Движењата на внатрешна ротација е движење со помала снага од тоа на надворешна ротација. Заради ова при пареза на долните екстремитети (па и на ротаторите) надколеницата завзема положба на надворешна ротација.
- За време на фазата на потпора при одење внатрешните ротатори ја движат карлицата во хоризонтална рамнина преку фиксиран фемур.
- Ротацијата на карлицата околу десниот колк е евидентна преку ротација на левиот илјачен гребен кон напред. Ова значи дека десните внатрешни ротатори обезбедуваат извесно влијание на контралатералната нога што се ниша.