

股関節の骨および 非収縮性要素の構造と機能

Structure and Function of the Bones and Noncontractile Elements of the Hip

CHAPTER CONTENTS

股関節の骨構造	700
寛骨	700
大腿骨	701
股関節の構造	703
関節包	704
腸骨大腿靭帯, 恥骨大腿靭帯, 坐骨大腿靭帯	705
補足的な靭帯	705
股関節の安定性	706
関節面のアライメント	706
股関節の正常な運動	711
正常な関節可動域	711
正常な股関節における可動域の制限因子	711
股関節運動への骨盤の関与	712
股関節運動時にみられる股関節と腰椎の相互作用	713
日常生活における股関節の運動	714
股関節と肩関節の比較	714
要約	715

本章では、運動時や荷重時に保護や支持を行う股関節の骨格構造や結合組織について説明する。本章の目的を以下に記す。

- 股関節の安定性や可動性に関する特性を理解して、股関節の骨格構造を詳細に知ること
- 股関節の安定性や可動性がもたらす影響を理解して、非収縮支持構造について学ぶこと
- 股関節の正常な可動域を検討すること
- 骨盤と大腿骨のアライメントの関係を検討し、股関節における正常あるいは異常な力学の影響を考察すること
- 類似した上肢の関節である肩甲上腕関節の構造と機能を股関節と比較すること

股関節の骨構造 STRUCTURE OF THE BONES OF THE HIP

股関節は、骨盤の寛骨と大腿骨の2つの大きな骨で構成される。これらの骨についてそれぞれ以下に述べる。

寛骨 Innominate Bone

寛骨は股関節の近位関節面をなす。2つの寛骨によって骨盤が構成される。骨盤の詳細は第35章で解説しているため、本章における寛骨の記述は股関節に関する要素に限る。したがって、股関節の近位関節面である寛骨臼について詳細に述べる。

寛骨の外側面に位置する寛骨臼は、腸骨、坐骨および恥骨がY字状に合して、大腿骨頭を保持する球状のソケットを形成する(図38.1)。寛骨臼の位置は、股関節の可動性と大腿骨頭の荷重部位に影響を及ぼす。前額面で骨盤をみると、寛骨臼は外側でやや下方に向いている(図38.2)。水平面でみると、寛骨臼は前方を向いている(図38.2)。

寛骨臼の上縁である天井部は腸骨、前縁は恥骨、後縁は坐骨によって構成される。床面となる寛骨臼の深部は寛骨臼窩と呼ばれ、その表面は粗で関節面ではない。三日月形を呈する寛骨臼の関節面は、寛骨臼窩を前縁、上縁、後縁から取り囲む馬蹄形をなす[66]。寛骨臼窩の下部においては、前縁と後縁に間隙があるの

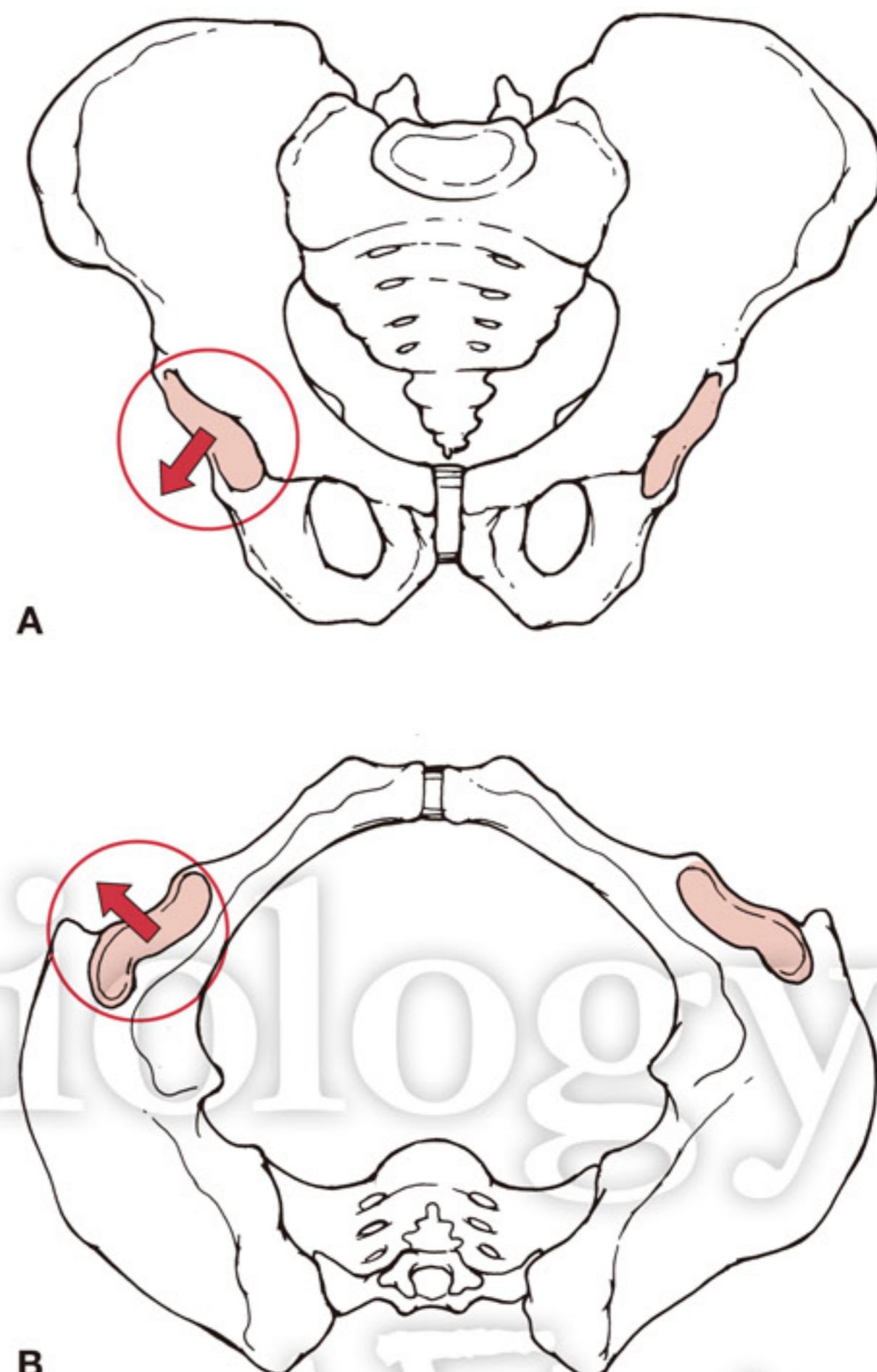


図38.2：寛骨臼の概観。A. 骨盤を前方からみると臼蓋が外下側に向いている。B. 骨盤を上方からみると臼蓋が前方を向いている。

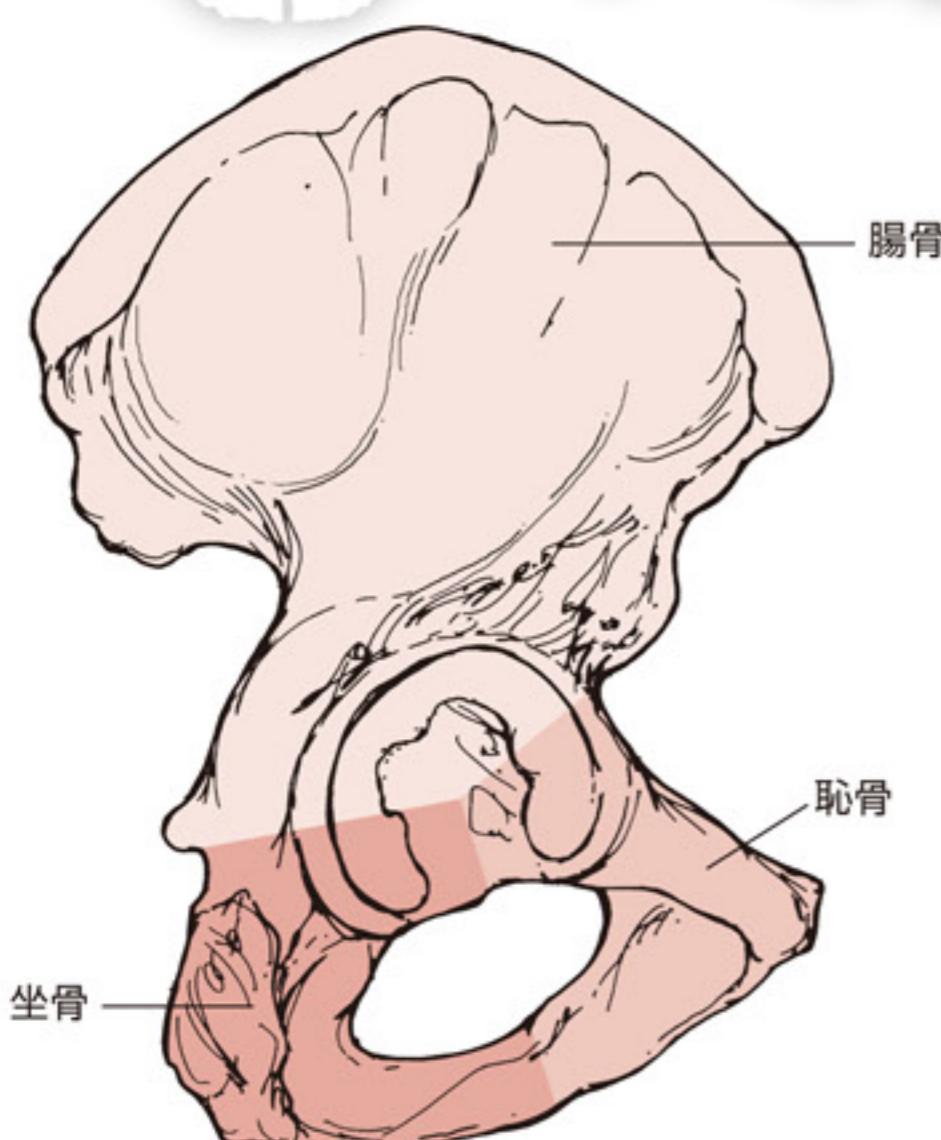


図38.1：寛骨の3つの骨、すなわち腸骨、坐骨、恥骨によって寛骨臼は構成される。

で不完全な輪状となる。寛骨臼横靭帯がその間隙をうめることで、寛骨臼縁が完全な輪状となる。

寛骨臼の底部は、2~4 mm以下の薄い骨層で構成される[21]。軟骨下骨の密度は寛骨臼辺縁部で増加し、寛骨臼上縁と関節面の上端と下端で最大となる[47,68]。骨の構造はその環境下での負荷に応じる、といったウォルフの法則に基づいて、骨の厚さは変化する[6]。股関節の荷重には寛骨臼の上縁や周縁が関与し、寛骨臼中央部で深部にある薄い部分は荷重に適さない[6,27,68]。非常に組織化された骨梁が寛骨臼、とくにその上部を覆うことで、臼蓋における荷重容量を増加している[44]。

輪状の線維軟骨である関節唇は、寛骨臼を深くし接觸面積を増加させることで関節反力を減少させて、股関節の安定性を増加させる[8]。増加された関節面は圧縮可能な輪状組織であるため、可動域制限がなければ

その機能が十分に発揮される。さらに、関節面の保護作用を有するともいわれる滑液に対する圧力を、寛骨唇が負担しているとも考えられる[14]。磁気共鳴映像法（MRI）でみると、股関節に病理学的变化のない人の関節唇の形態や長さには個体差があり、股関節痛のない人でも関節唇の一部に欠損があることから、関節唇損傷は股関節痛の原因と認識されている[8,37,43]。関節唇損傷は、関節痛に直接関与するだけではなく、関節を不安定にして関節面への応力を増加させて、その結果として関節の退行変性を促進させる[14,31,37]。

関節唇を含めた寛骨臼の相対的な深さは、胎児の発育期と幼児期に変化する[55]。寛骨臼の深さに対する直径の比率は、出生前で最も大きく、出生時あるいはその前後で最も小さいが、幼少期で次第に再び増加する。出生時に寛骨臼が浅いことは、先天性股関節脱臼の重要な危険因子である。青年期において関節唇のない寛骨臼は、半球よりもわずかに小さい[29]。

Clinical Relevance

臨床との関連

関節唇損傷

慢性股関節痛を有する人の多くは、関節唇損傷がその原因として疑われる（図38.3）。明らかな外傷、あるいは

は反復した捻りや回転の動作が繰り返されることによる微細な外傷は、多くの関節唇損傷の原因となる。とくにサッカーやゴルフなどのスポーツ選手では、関節唇損傷になりやすい。しかし、医学的診断は困難である。自動的にもしくは他動的な股関節屈曲、内旋や内転に伴う疼痛や、股関節運動時のクリック音によって、関節唇損傷が判別できる。磁気共鳴関節造影（MRA）は臨床的検査よりも高い感度（66～95%）と特異性（71～88%）を有しているが、関節鏡検査は最も信頼できる診断法として存在している[37,43]。

大腿骨 Femur

一般に身体で最大の骨である大腿骨は、骨頭、頸部、骨幹または骨体から成り、その遠位端は大腿骨顆で終わる。本章では、股関節に関する大腿骨の骨頭、頸部、骨体近位端の特質について述べる。大腿骨のその他の部分については、膝関節についての第41章で記す。

大腿骨頭は股関節の遠位関節面を形成している（図38.4）。成人の大腿骨頭は約2/3が球体で形成されているが、その表面は実際には完全な球ではない。大腿骨頭の関節軟骨が、より球状の形態を関節面に与えている。通常のX線像では、健常な大腿骨頭であっても



図38.3：磁気共鳴映像法では股関節の関節唇損傷が確認できる（Arthroscopy, vol. 21, Kelly BT, Weiland DE, Schenker ML, Philippon MJ: Arthroscopic labral repair in the hip: surgical technique and review of the literature, 1496–1504, 2005よりArthroscopy Association of North Americaの許可を得て引用）。



図38.4：大腿骨頭の形態は完全な球形ではないものの、約2/3が球形を呈する。

関節軟骨は映らないので、X線像ではやや平坦に見える[21]。大腿骨頭靭帯が付着する後内側面にある小さな穴（大腿骨頭窩）を除いて、大腿骨頭の表面全体は関節軟骨で覆われている。大腿骨頭の関節軟骨は骨頭中心部で最も厚く、辺縁部で薄い[21,29,33]。

大腿骨頭と寛骨臼の関節軟骨は、身体の中で最も厚い靭帯の1つである。その厚さは0.7～3.6mmといわれ、一般に最も厚いのは寛骨臼の前上方部と報告されている[12,30]。寛骨臼と大腿骨の関節面における形状、厚さ、硬さのわずかな不適合が、軟骨潤滑や軟骨形成を促進しているものと考えられる。このことは、関節軟骨の退行変性への関与も考えられる[2,12]。

大腿骨頭と寛骨臼の間にわずかな不適合が存在する

にも関わらず、一般的に股関節の骨は互いに適合しており、その適合性は関節軟骨によってさらに良好なものとなっている。この適合性により、2つの大きな利点がもたらされている。第1には、股関節の可動域全体を通して、互いが接し合う広い領域が与えられることである。このことは、荷重による負荷を関節面のより広い範囲に分散できることを意味しており、関節に作用する応力(stress)（力／面積）を減少させる。さらにこの適合性は、関節可動域全体にわたる関節の安定性を促進している。

大腿骨頸部は大腿骨頭から外後方へ広がり、そのほとんどの部分が股関節包によって覆われている。寛骨臼と同様、大腿骨の骨頭と頸部の位置は、股関節の可動域や体重負荷に影響を及ぼす。大腿骨を前方からみると、寛骨臼に対して大腿骨頭が内上方に面している（図38.5）。前額面では、大腿骨頸部と大腿骨体部がなす角度である頸体角(angle of inclination)が約125°であるといわれる。横断面では、大腿骨頭は前方へ突出している。大腿骨頸の面に対して大腿骨頸部は約15°の角度を形成している。

大腿骨頸部は荷重時の張力や圧力を同様に、大きな曲げのモーメントを支持しており、厚い緻密骨と規則正しく並んだ骨小柱とも呼ばれる海綿骨によって強化

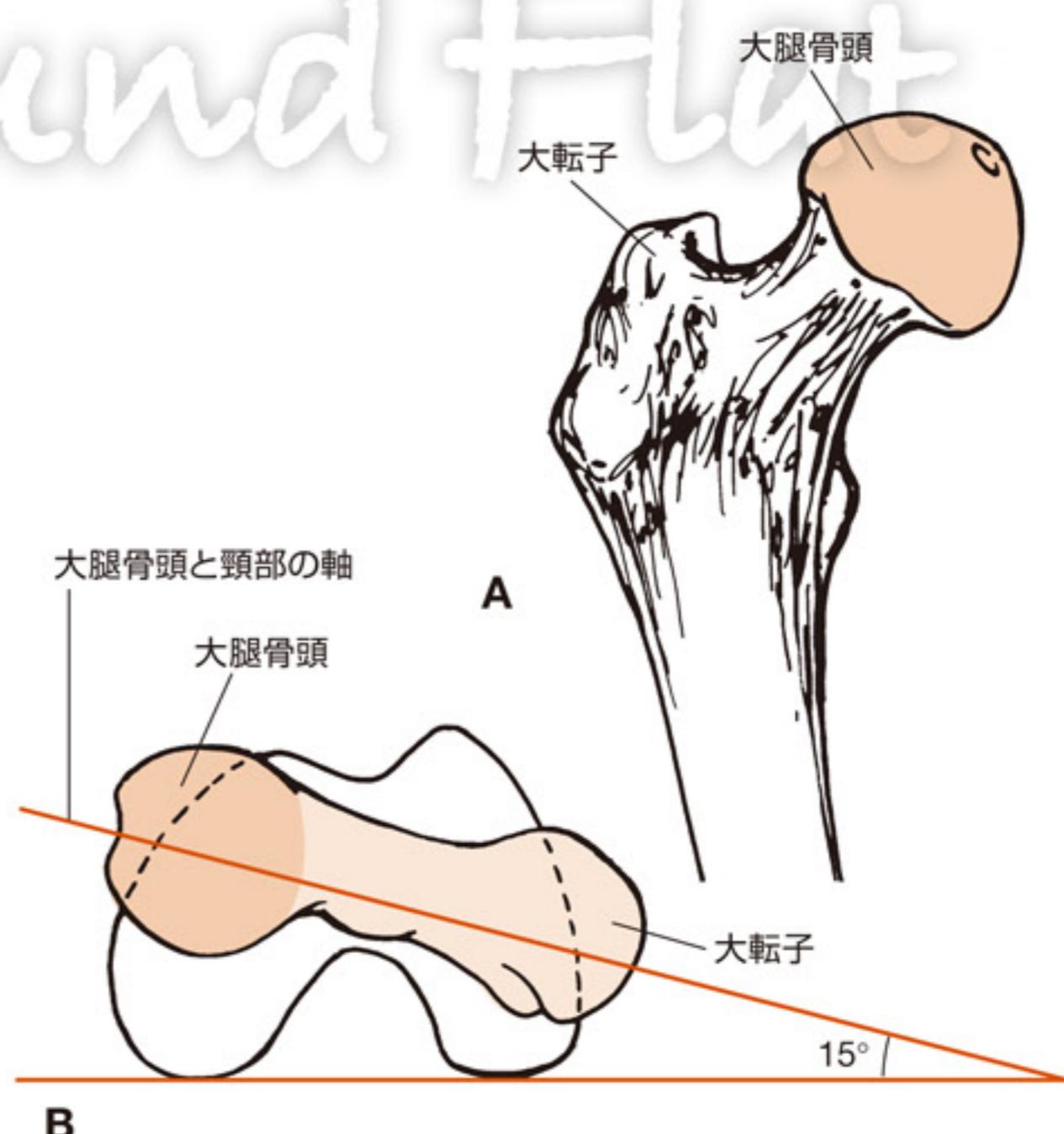


図38.5：大腿骨頭の位置。A. 大腿骨を前方からみると内上方を向いている。B. 大腿骨を上方からみると前方を向いている。

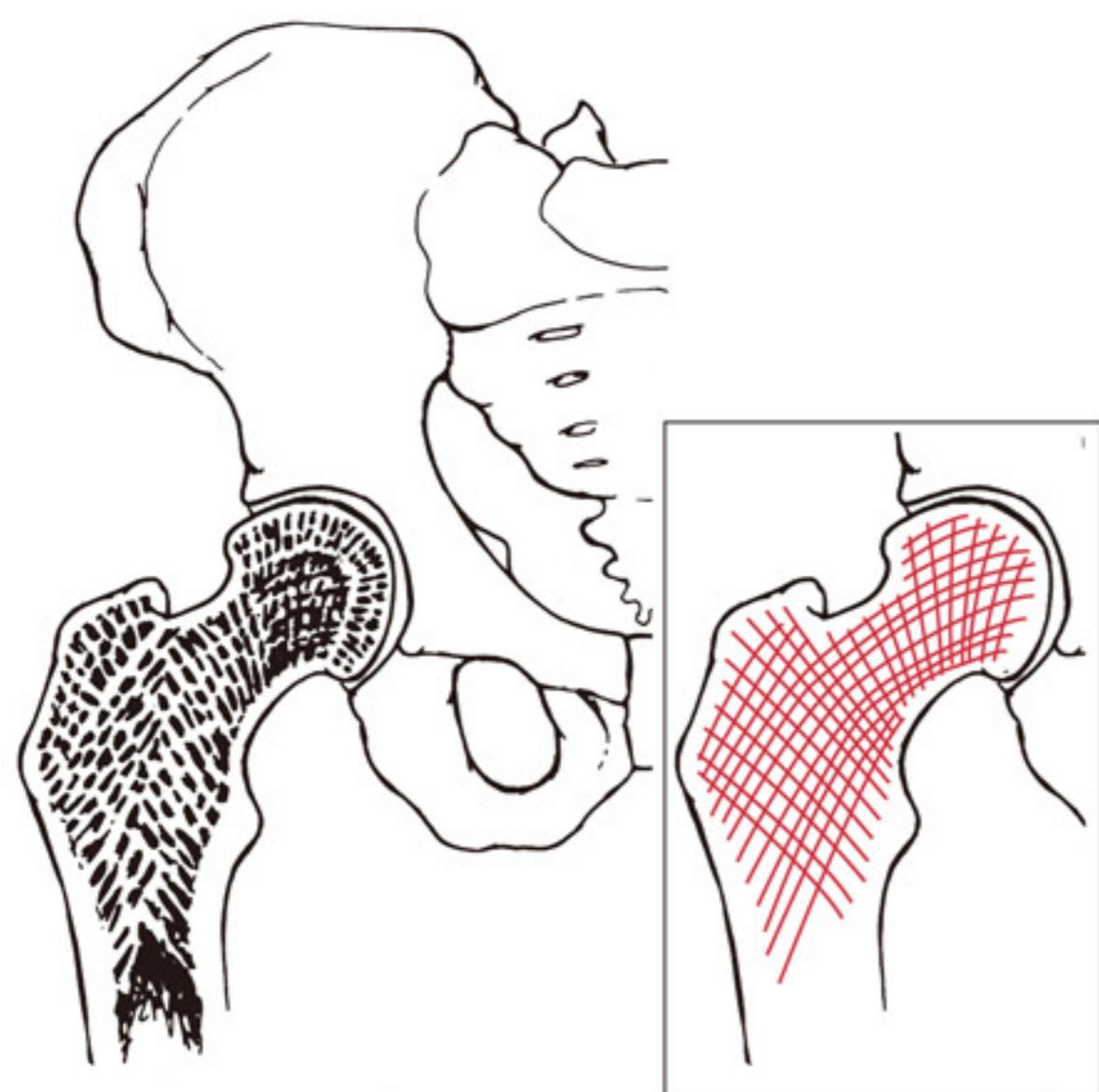


図38.6：大腿骨近位部の海綿骨は、大腿骨頭や頸部への負荷に強く抵抗するように配列している。

されている[53]。海綿骨は大腿骨幹から、上方から下方に向かう転子間部に至る頸部や骨頭にかけて存在する。海綿骨の内側の配列は、大腿骨幹の内側皮質骨から大腿骨頭の荷重面にかけてみられる。他の線維束は、大転子と大腿骨頸部の基部から大腿骨頭の下部に至る

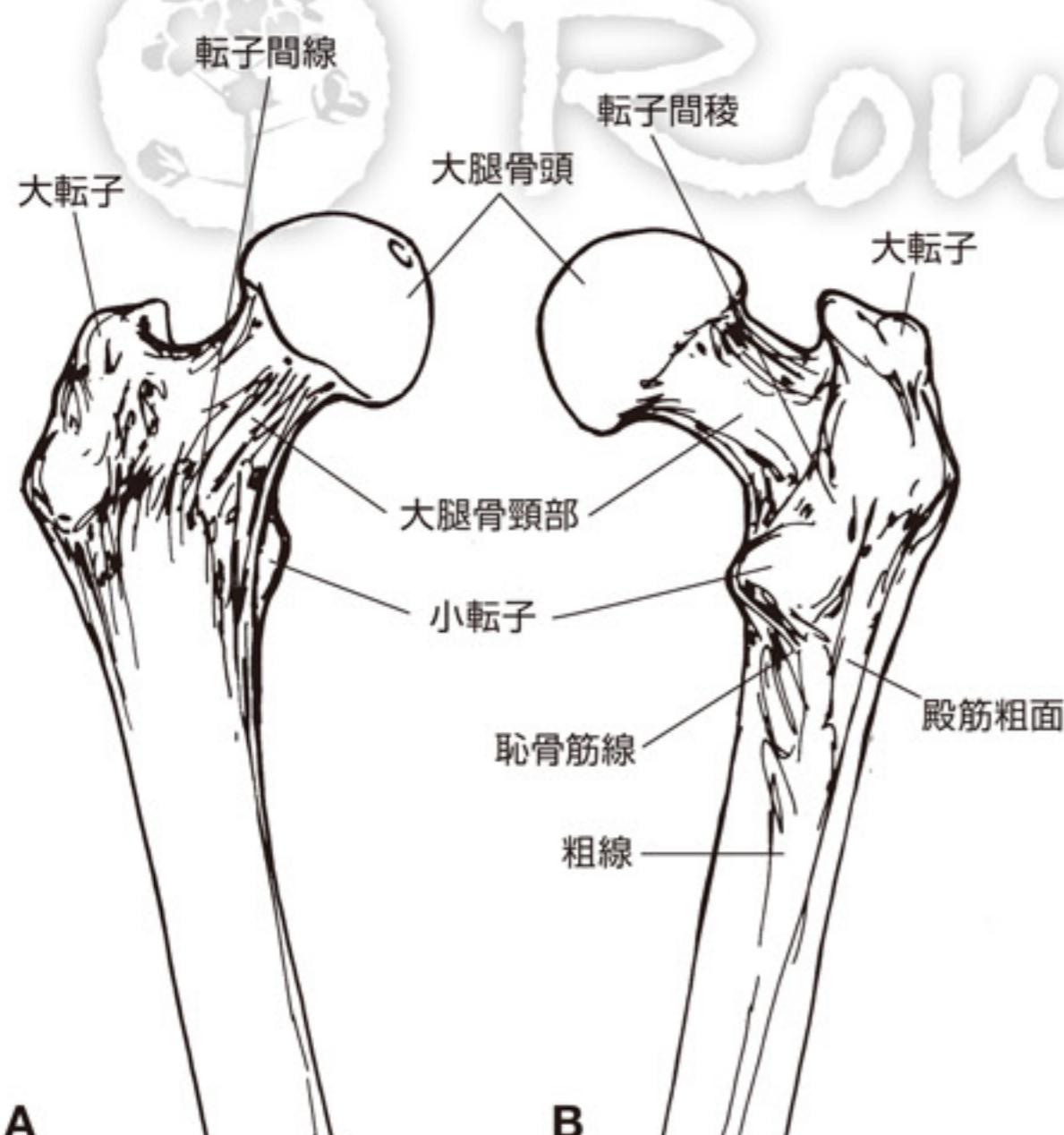


図38.7：A. 大腿骨近位部を前方からみた場合、大腿骨頭、頸部、大転子、小転子が重要なランドマークとなる。B. 大腿骨近位部の後面には、小転子、大転子、転子間稜、殿筋粗面、恥骨筋線、粗線がみられる。

間で、骨幹部の外側を走行する(図38.6)。また海綿骨の配列は、ウォルフの法則に基づいた他の図によつて示される[6]。

股関節の遠位部にある大腿骨には、股関節の機能に関連のあるランドマークがいくつかある(図38.7)。股関節筋の付着部として触診できるいくつかの部位は、身体計測において重要なランドマークとなる。前面からみると、大転子から小転子にかけて遠位・内側に走行する転子間線によって、頸部の基部は大腿骨幹と概ね区別される。螺旋状の転子間線は小転子の遠位・内側へと続き、後面では粗線内側唇へと続く。

大転子は大腿骨骨幹部の近位部に位置する大きな隆起である。大転子には前部、外側部、後部、上部があり、腸骨稜よりおおよそ手1つ分遠位にて容易に触知できる。この重要な骨の突出部は、大殿筋などいくつかの筋の付着部となっている。大腿骨頸部の遠位に位置する大転子は、付着する筋のモーメントアームを長くすることで、関節モーメントを產生する上で力学的に優位としている[25,51,60]。小転子は大腿骨骨幹部の近位後内側に位置し、腸腰筋の遠位付着部となっている。2つの転子を後方で分離するのが転子間稜である。この隆起の近位面が大腿方形筋隆起である。転子間稜と大転子の遠位部には、粗線外側唇から遠位へと続く殿筋粗面がある。粗線内側唇へと続く小転子の遠位部が恥骨筋線である。

POINT 股関節を構成する各々の骨を正確にイメージすることは、相互関係を理解して正確な身体計測を行う技術を確立するために不可欠である。股関節周囲で確實に触診できるランドマークを以下にあげる。

- 下前腸骨棘
- 下後腸骨棘
- 坐骨結節
- 腸骨稜
- 大転子
- 大坐骨切痕

股関節の構造 STRUCTURE OF THE HIP JOINT

股関節は3軸性で滑膜性の球関節である。靭帯や伸張性のある線維軟骨組織である関節唇を有する股関節は、他の関節とは異なり安定性と可動性という拮抗した機能を有する。大腿骨の近位と寛骨臼の相対的な位

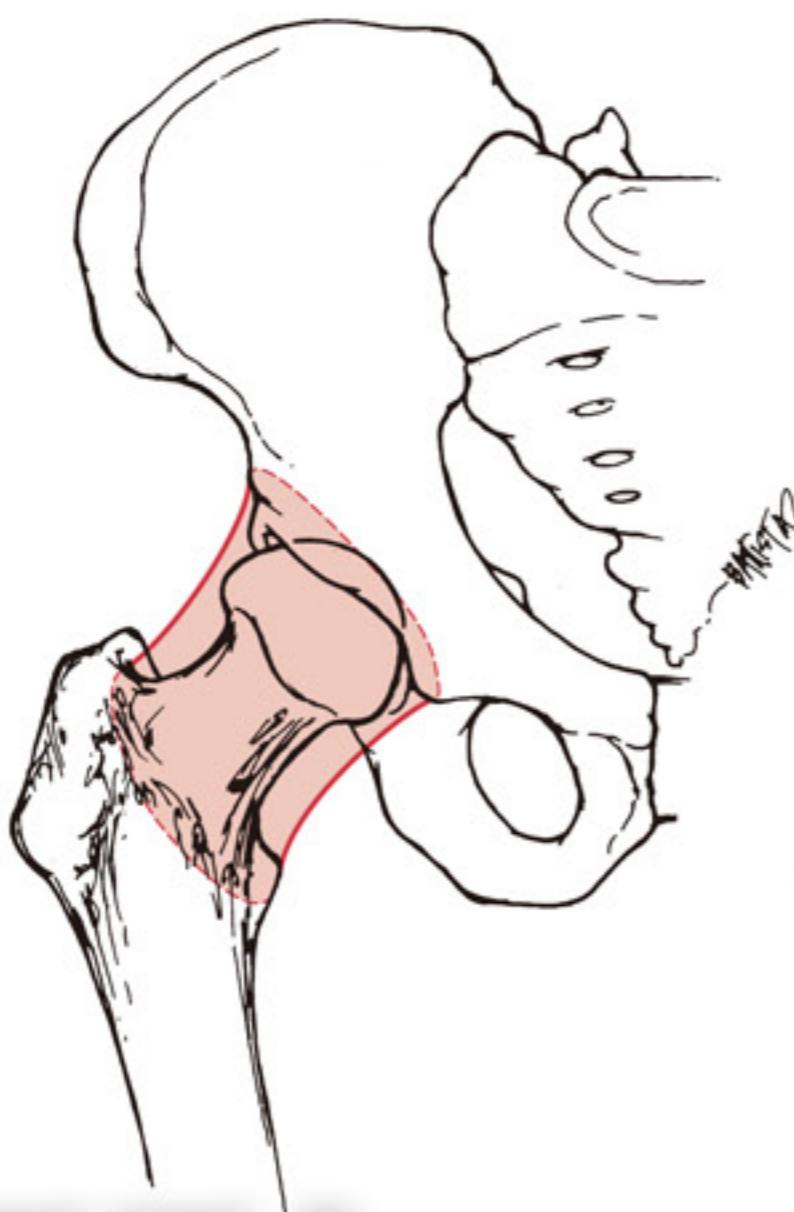


図 38.8：股関節の関節包は、寛骨臼近位部と転子間稜および転子間線の遠位部に付着する。

置は、股関節の安定性と可動性に影響を及ぼす。本章では股関節の支持機構と関節運動の効果を再検討する。

関節包 Joint Capsule

滑膜性関節である股関節は、近位寛骨臼の骨縁と大腿骨遠位部の転子間稜とを結合する関節包によって支

持される(図38.8)。股関節の関節包は、その長軸方向と平行に走行する線維から主に構成される。大腿骨頸部の中央部を円周状に覆う線維束も存在する[62, 71]。この線維束は輪帯、あるいは大腿弓状靭帯として知られている[23]。

関節包は、すべての大股頭と大腿骨頸部の大部分を覆っている。滑膜性関節の血液供給の多くは、関節包や骨に入る血管の吻合や、網状に連絡することによる。大腿骨頭や大腿骨頸部の血液供給は、大腿骨頸部を覆う関節包の滑膜ヒダ内の近位を走行する大腿骨基部の内側・外側大腿回旋動脈による[71]。このため、大腿骨頭に血液供給する大部分の血管には、大腿骨頸部と同じ長さが必要とされる。大腿骨頭は骨頭や寛骨臼に付着する靭帯を通過する動脈の栄養を受けている。しかし解剖学者により、大腿骨頸部の基部から血液供給がなされることが報告されている[20,64]。

Clinical Relevance

臨床との関連

大腿骨頸部骨折

大腿骨頸部の基部で関節包の損傷や大腿骨頸部自体の傷害は、大腿骨頭への血液供給を遮断して、大腿骨頭を危険にさらす可能性がある。大腿骨頸部骨折の潜在的な後遺症は、大腿骨頸部で大腿骨頭への血液供給が途絶されたことで生じる無腐性壊死 (avascular necrosis) である。大腿骨頭の整復が困難な場合や、受傷から治療するまで時間が数時間あるいはそれ以上であった場合、無

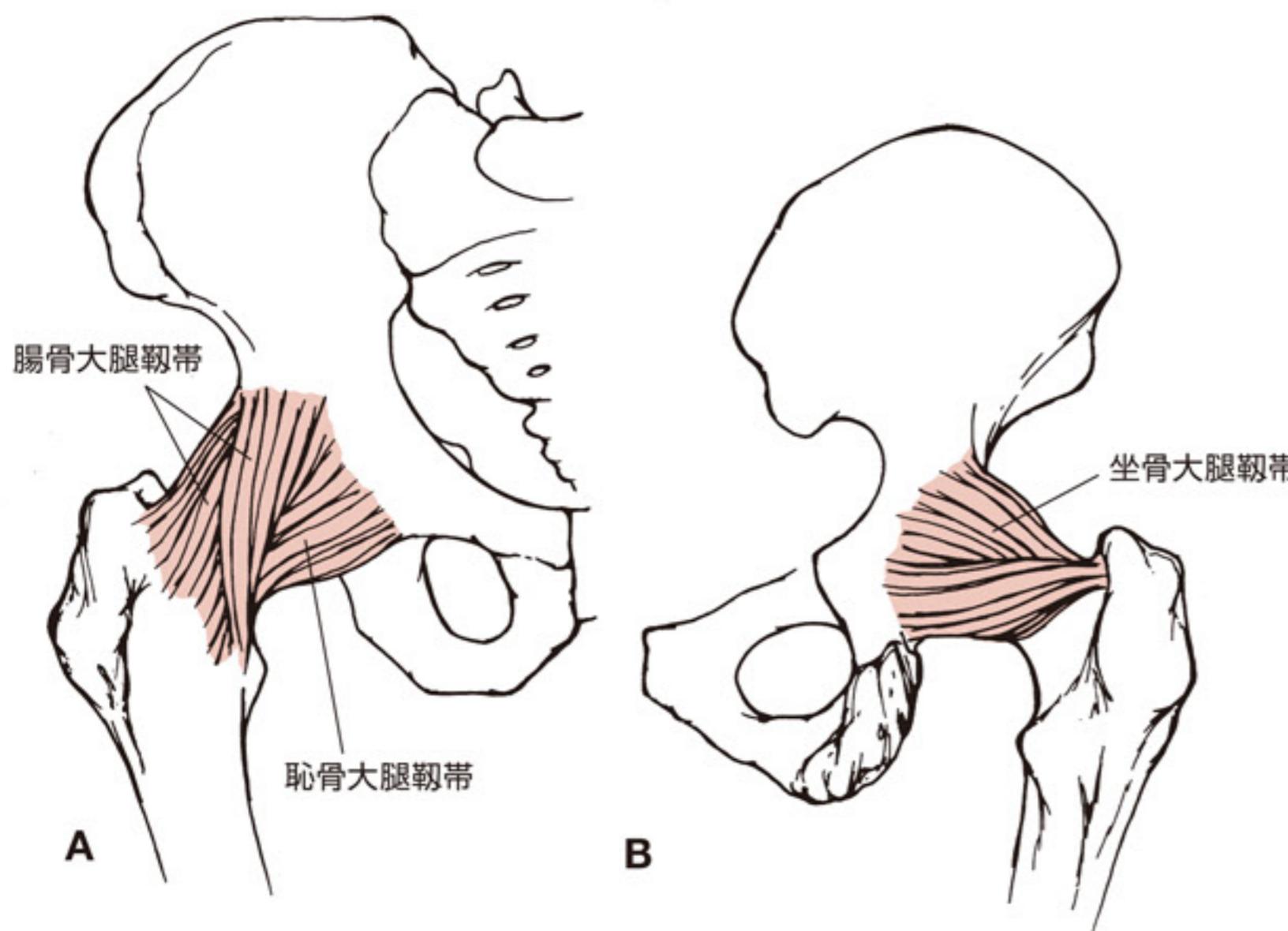


図 38.9：腸骨大腿靭帯、恥骨大腿靭帯、坐骨大腿靭帯は股関節の関節包前部を補強する。A. 前方からみた図 B. 後方からみた図

腐性壊死に陥る危険性が増加する。このような場合、骨折をピンまたはスクリューで整復するよりも、部分的あるいは完全な関節置換術（関節形成術）を整形外科医は選択する[62]。骨折をすぐに整復できない場合、あるいは虚弱な患者に骨折が生じた場合には、関節形成術がよく有用である。対照的に転子間骨折や転子下骨折では、関節包や大腿骨頸部への栄養血管損傷の危険性が小さく、大腿骨頭への栄養血管が一般には保たれる[61,63]。このため、これらの骨折では内固定による治療が一般的である。

腸骨大腿靭帯、恥骨大腿靭帯、坐骨大腿靭帯

Iliofemoral, Pubofemoral, and Ischiofemoral Ligaments

股関節の関節包前部は、腸骨大腿靭帯、坐骨大腿靭帯および恥骨大腿靭帯の3つの縦走線維によって補強されるが、腸骨大腿靭帯と坐骨大腿靭帯は一致した走行を呈し、最も強靭である[22,59,71]（図38.9）。3つの靭帯は寛骨臼の辺縁部から起こり、大腿骨上の遠位部に付着する。腸骨大腿靭帯は寛骨臼の腸骨部だけでなく、下前腸骨棘（AIIS）からも起こる。関節の前上部

に向かう2つの部分は結合しており、AIISに向かう線維の基部と転子間線に向かう下外方線維の最上部が合してY字形をなす。この靭帯は、股関節の過度の伸展と外旋の関節可動域を制限する。さらにその上部は、内転の関節可動域を制限する。股関節の靭帯において最も強靭な腸骨大腿靭帯は、断裂する前により大きな張力を発揮する[22]。

坐骨大腿靭帯は、寛骨臼縁の坐骨部に付着する。靭帯の一部は水平に走行し、関節包後部を補強する。他の部分は大転子の上内側部から起こり、上方へ広がり大腿骨頸部の上部に向かって螺旋形を呈する。腸骨大腿靭帯と恥骨大腿靭帶のような螺旋状の線維は、過度の伸展を制限する。後方の線維束は、股関節の内旋を制限する[22]。また坐骨大腿靭帯は、股関節屈曲位における内転を制限する。恥骨大腿靭帯は、寛骨臼縁の恥骨部および恥骨上枝から起こり、関節包の下部にまで至る。この靭帯もまた過度な伸展を制限する。さらにこの靭帯は、過度な外転の制動の補助として作用する。

補足的な靭帯 Additional Ligaments

また股関節には、大腿骨頭靭帯として知られる関節包内靭帯が存在する（図38.10）。この靭帯は関節内の深部に位置し、寛骨臼窩から大腿骨頭窩まで走行する。大腿骨頭靭帯は寛骨臼から大腿骨頭まで小動脈を導く。しかし、この動脈が大腿骨頭にある程度の血液供給を行ったとしても、大腿骨頸部からの血液供給が欠如した際にそれを補えるとは考えられない。とくに成人においては、この靭帯自体が股関節の力学的支持力を発揮していないと考えられている[48,59]。しかし大腿骨頭無腐性壊死の症例では、大腿骨頭靭帯の適応した変化が報告されており、この靭帯がより多くの負荷を担って、関節の支持性を補っていることが示唆されている[7]。

股関節周囲の靭帯に加えて、寛骨臼横靭帯（TAL）は荷重時の支持に一部関与している。Loheらは、荷重時に寛骨臼切痕が広がることを報告している[39]。彼らは、寛骨臼切痕が広がるにつれて寛骨臼横靭帯が張力を発揮する、と述べている。この知見の機能的有用性は知られていないが、体重負荷時に増加する股関節への衝撃を吸収する作用を寛骨臼横靭帯が担う可能性が考えられる。

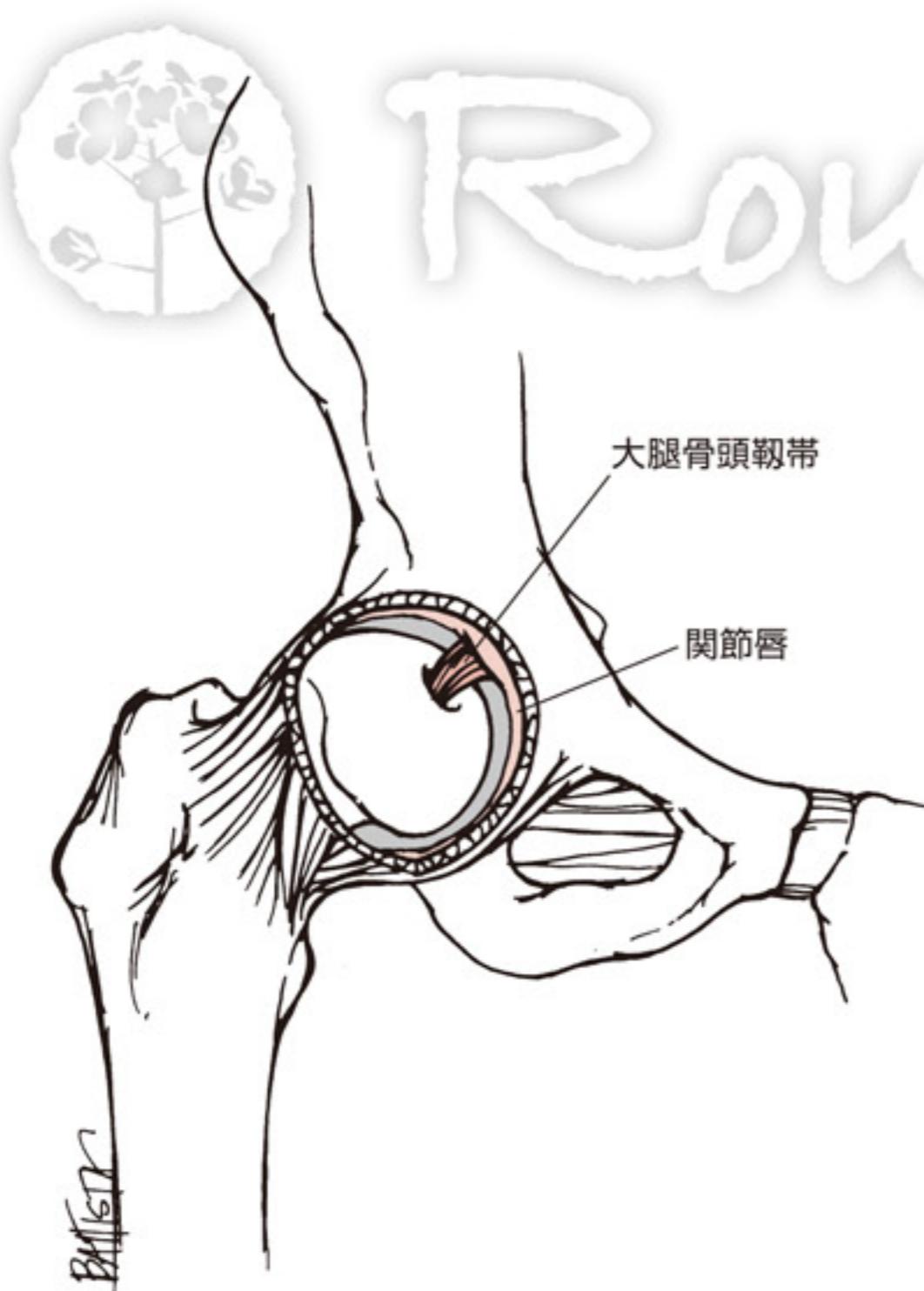


図38.10：大腿骨頭靭帯は寛骨臼窩から起こり、大腿骨頭窩に付着する。

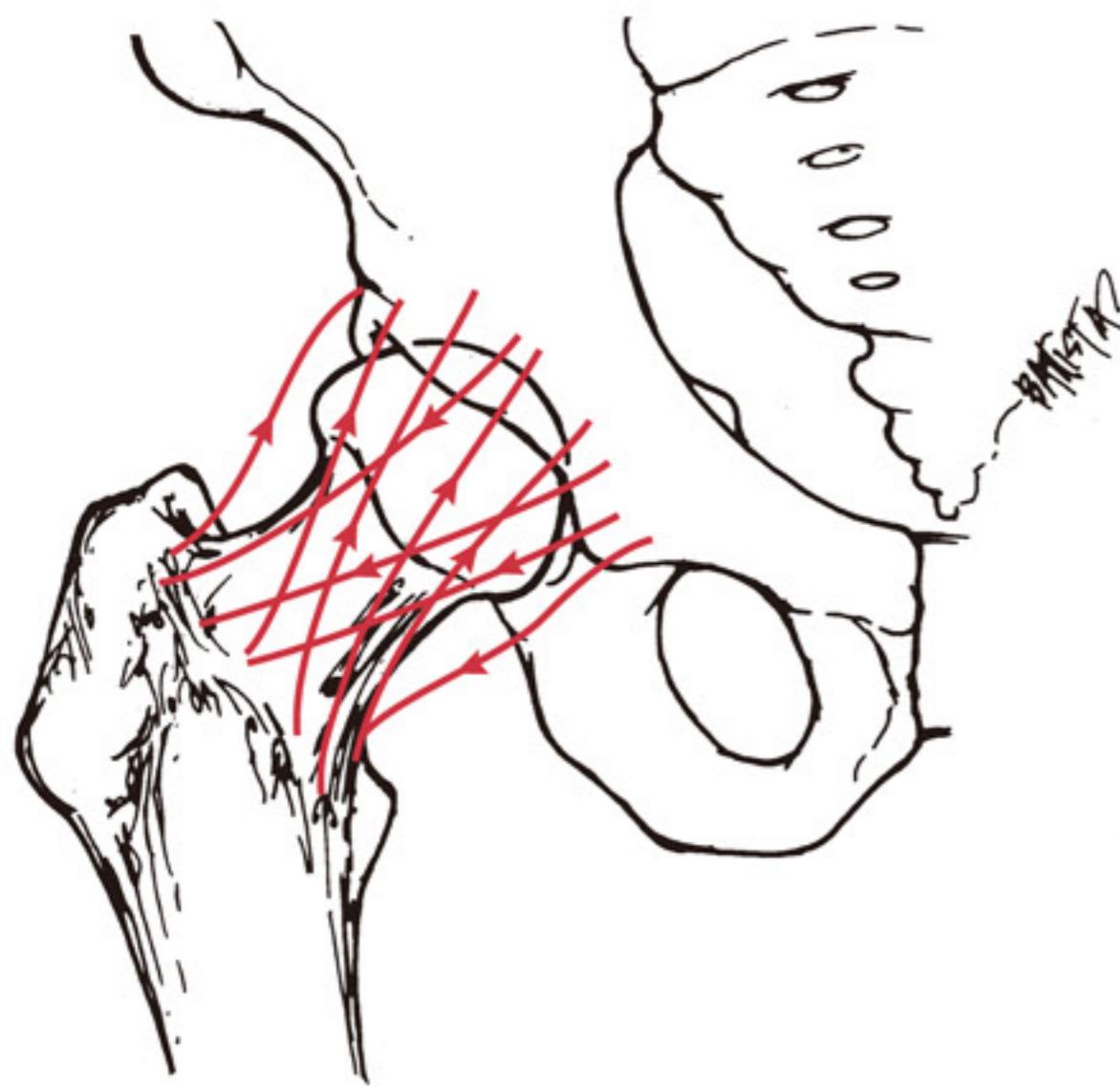


図 38.11：関節包の線維や周囲の靭帯は、股関節表面が伸張された際にチャイニーズ・フィンガー・パズルのような機能を果たす。

股関節の安定性 Hip Joint Stability

股関節は、その骨構造と強靭な関節包、さらにはそれを補強する靭帯によって安定している。これらの靭帯は、縦走線維とその周辺の交差性線維からなる。股関節が伸張されたり圧迫されると、この線維走行がチャイニーズ・フィンガー・パズルのような機能を関節

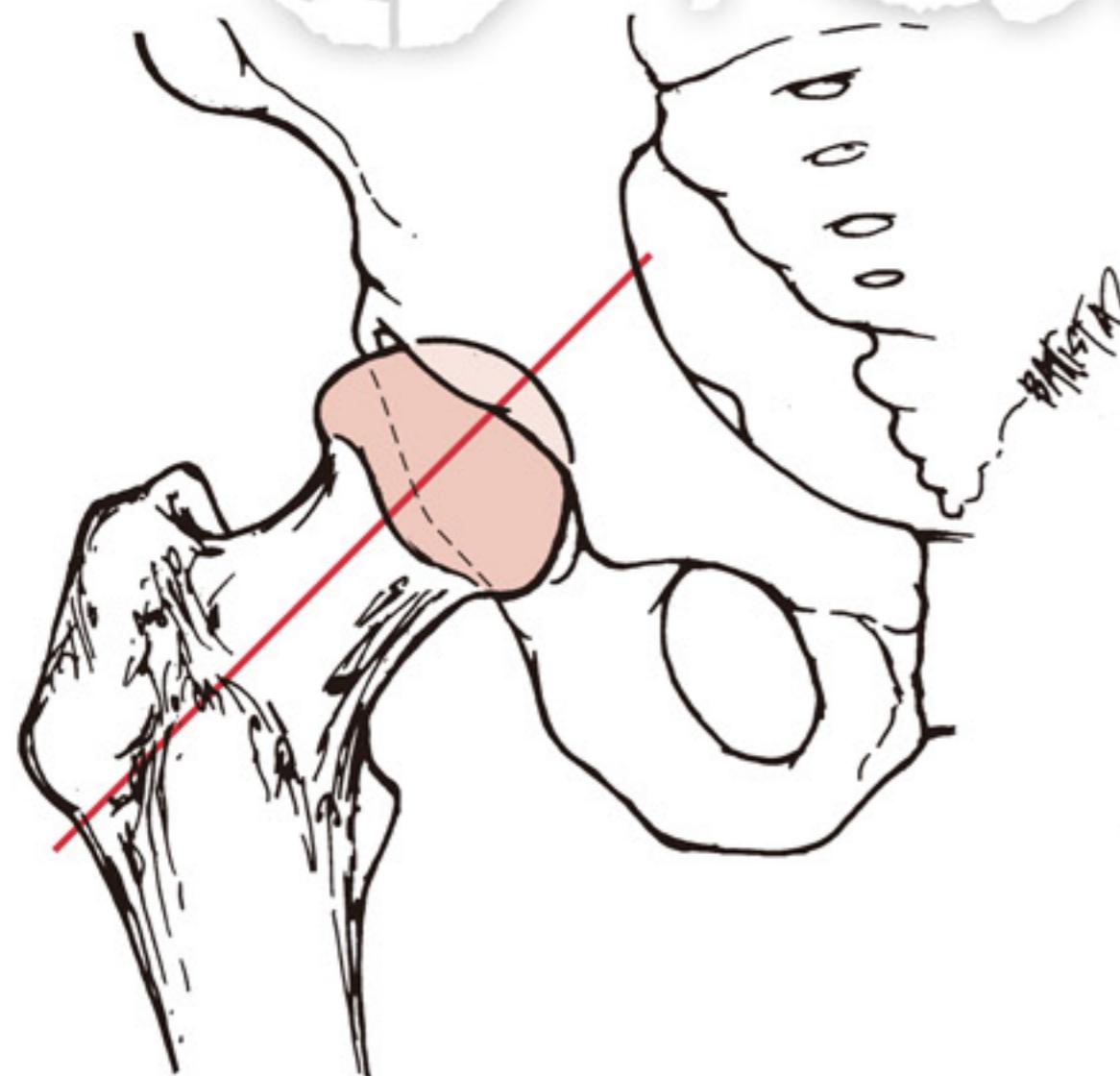


図 38.12：解剖学的肢位における大腿骨と寛骨の関節アライメント。大腿骨は寛骨臼の前上方を、寛骨臼は前方を向いているので、解剖学的肢位では大腿骨頭の関節面の前部がみえる。

包に与える。股関節の伸展に伴い関節包の線維が絡みあって、寛骨臼に大腿骨頭が保持される(図38.11)。反対に股関節屈曲では関節包を弛緩する。肩甲上腕関節と同様、負の関節内圧によって股関節の支持性が付加される[31]。

Clinical Relevance

臨床との関連

股関節の構造

股関節の炎症が、慢性関節リウマチや感染など多くの原因で生じる。いかなる理由であれ、関節の炎症は関節包が伸張されて膨張することによる疼痛を生じさせる。疼痛を避ける目的から、関節包を弛緩させたり痛みの原因となる伸張を減少させたるために、股関節屈曲位をとることがある。しかし、炎症がある状態で股関節屈曲位を保持すると、結果的に股関節屈曲拘縮を生じることがある。股関節屈曲拘縮は関節炎を伴う患者によくみられる。エクササイズや安静肢位において股関節伸展を定期的に行って伸張させることを指導することは、股関節屈曲拘縮を予防することの一助となる。

関節面のアライメント Alignment of the Articulating Surfaces

ALIGNMENT OF THE ARTICULATING SURFACES

寛骨と大腿骨における構成要素の位置関係については、すでに記載した。ここで必要となるのは、正常な直立位でこれら関節を構成する部位の関係を理解することである。これを理解することは、一般的な股関節のアライメント異常の研究につながる。正常な直立姿勢での寛骨臼と大腿骨頭の配置をみると、寛骨臼に対して大腿骨頭がわずかに前上方にむいた状態で一直線に並ぶ。この位置では大腿骨の前部が露出しており、屈曲運動時に必要とされる大きな関節面がうかがえる(図38.12)。これらの大腿骨と寛骨の配置は体幹前面への大腿の運動(屈曲)を容易にするが、その一方で大腿の後方への運動を制限する。屈曲と外転では寛骨臼の最深部に向かって骨頭が運動する。

Clinical Relevance

臨床との関連

発達に伴う股関節変位 (DDH) の治療

出生時の寛骨臼は浅いが、股関節が過度に弛緩し、とくに股関節が伸展された場合には、大腿骨頭は寛骨臼内で容易に滑り、亜脱臼もしくは脱臼してしまう[55,61]。幼児に対するスワドリング(swaddling)(細い布で巻

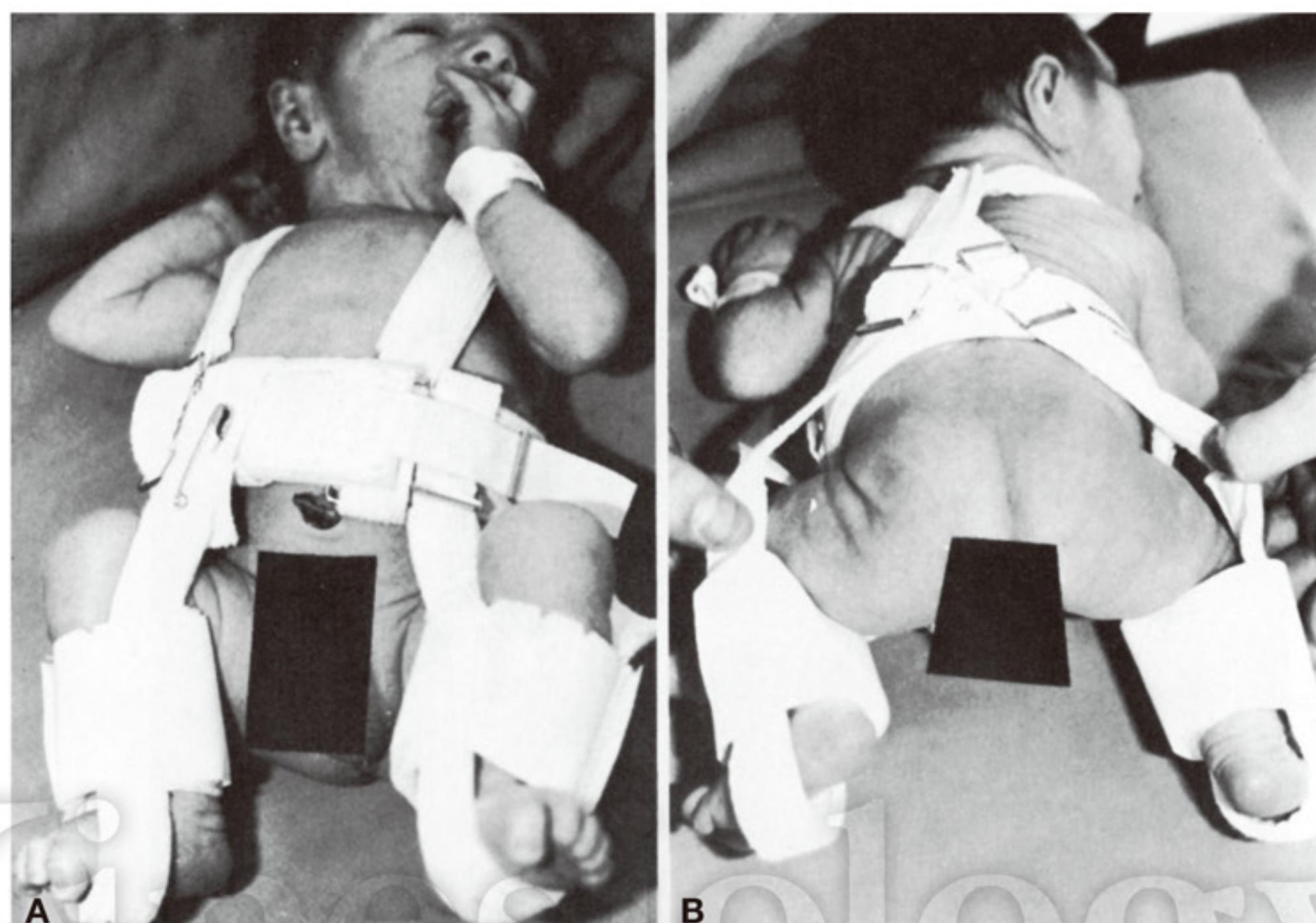


図38.13：パブリック装具は、大腿骨頭と寛骨臼の正常発達を促進するために、乳児の股関節を屈曲・外転位に保持するスプリントの1つである（Tecklin JS: Pediatric Physical Therapy. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1999より）。

くこと）や毛布できつく包む習慣は、股関節伸展位を保持する結果となり、DDHの危険性を増加させる。新生児や幼児に対するバンドリング（布で包むこと）やスワドリング、あるいは運び方などの社会文化的な差異が、先天性股関節脱臼の発生率に関連している[4,34]。DDHの保存的治療の目標は、寛骨臼に大腿骨頭を圧縮して支持することによって骨頭を深い位置に保持して、大腿骨頭や寛骨臼の正常な発達を促進させることである。スプリントやギブス包帯により、幼児の股関節を90°以上の屈曲・軽度の外転位で保持することで、関節を最大に接触させた安定した股関節の肢位を得ることができる（図38.13）[55,61]。

大腿骨と臼蓋の骨アライメントは、股関節とそれ以外の下肢に加えられる負荷にも影響を及ぼす。直立位では正常な近位大腿骨における関節反力は大腿骨頸部より鉛直に向いているため、大腿骨の骨頭と頸部の間には曲げのモーメントが產生される[42,53,60]。曲げのモーメントは大腿骨頸部の上方の張力と、頸部の下方の圧縮力をつくり出している[1,53]（図38.14）。上方から下方へと広範囲に位置する大腿骨頸部は、荷重を支える曲げのモーメントに抗することが可能である。男性は女性より幅広い大腿骨頸部を有するが、こ

のことは大腿骨頸部骨折の発生率が女性の方が非常に高い理由の1つといえよう[11,45]。

大腿骨近位部における内・外側の骨小柱は、圧縮力や張力に抗するような配列をなし、頸部と骨頭を引き

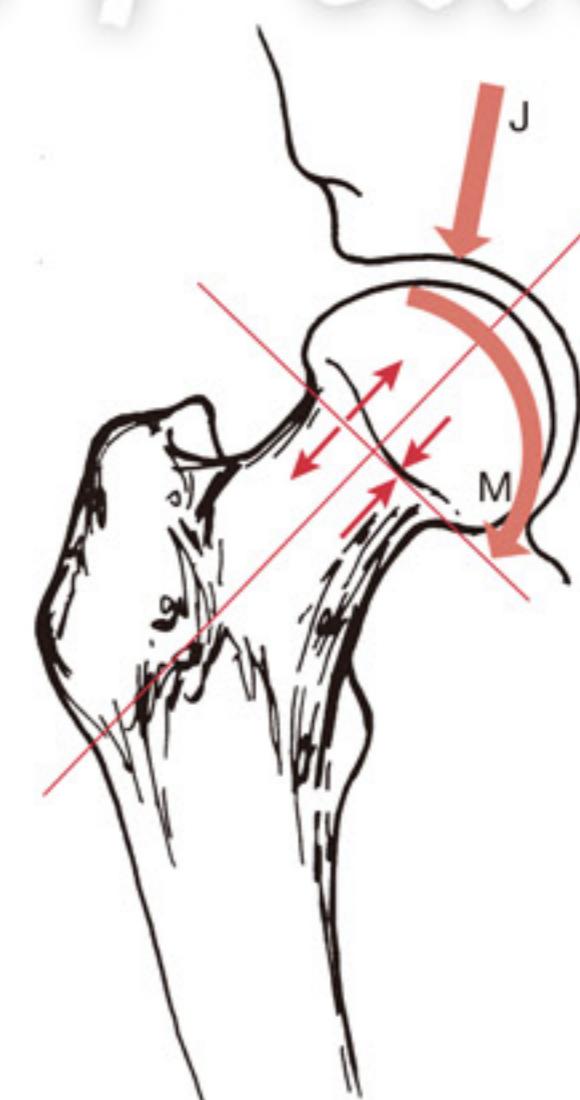


図38.14：大腿骨の関節反力（J）は大腿骨頸部の曲げのモーメント（M）を产生し、大腿骨頸部の関節面上部には張力、関節面下部には圧縮力が生じる。

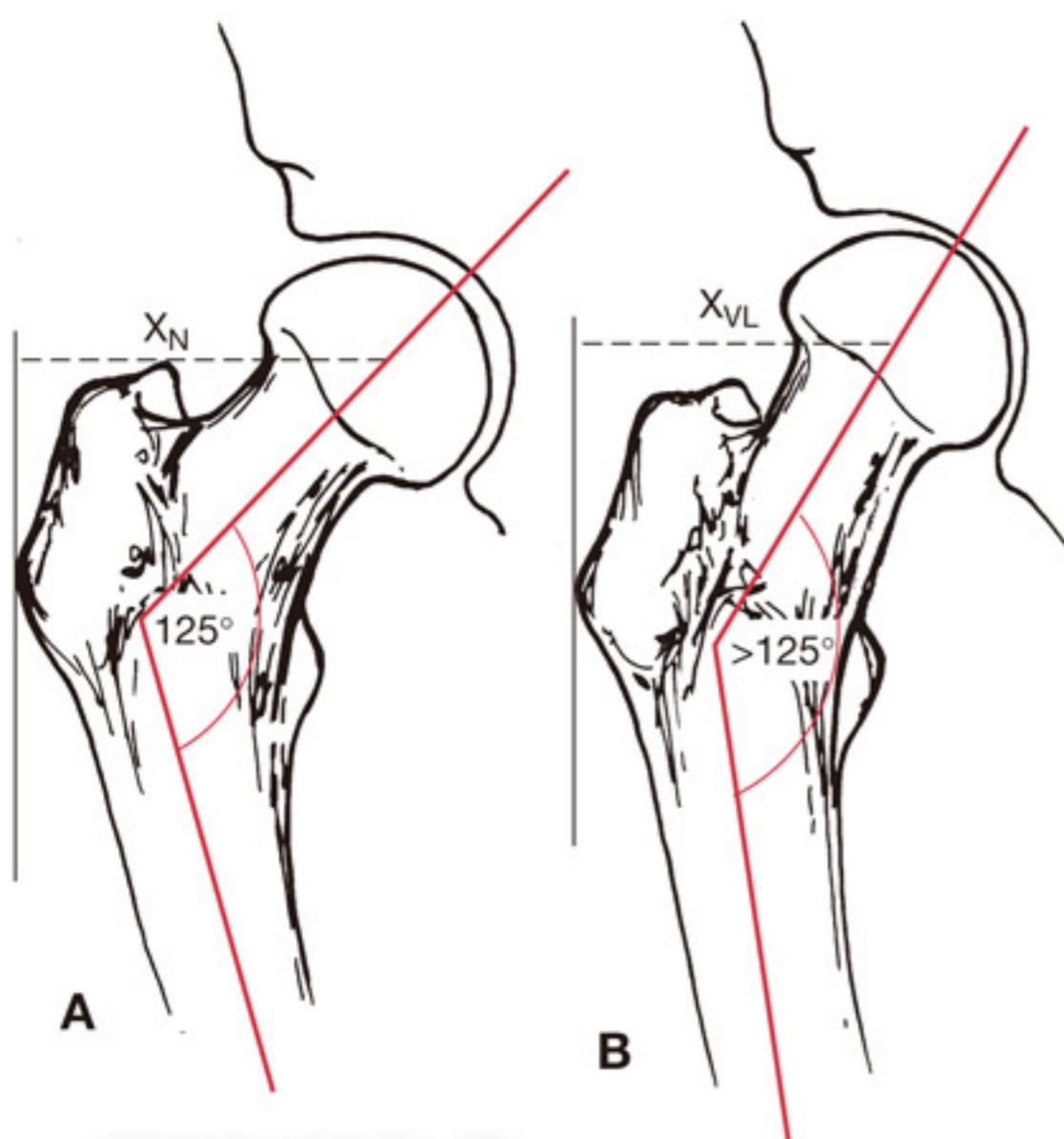


図38.15：股関節の前額面アライメント。A. 正常なアライメントでは約125～130°の頸体角がみられる。B. 外反股では正常より頸体角が大きい。

離そうとする曲げのモーメントから大腿骨頸部を保護している[42]。骨粗鬆症により骨密度が減少するに伴い、大腿骨頸部骨折の危険度が増加する[40]。関節機能としての力学的・病態力学的な関節アライメントが、治療や予防に有用であることを臨床家は正しく理解しなければならない。

大腿骨固有のアライメントは、大腿骨と寛骨臼の関係に重要な要素である。大腿骨頭は寛骨臼に対し前上方に向いており、大腿骨体に対する前額面と矢状面における頸体角がみられる。一般的に頸体角は125°といわれている。Yoshiokaらは、32の屍体による平均値角度を131°と報告している[72]。前額面において股関節が過度に角度を有している状態は外反股 (**coxa valga deformity**)、あるいは外反変形といわれている(図38.15)。この変形では、大腿骨頸部が寛骨臼のより上方に向いている。いくつものバイオメカニクス的变化の結果として、外反股が生じるといわれている[34,42,53]。外反股における大腿骨への関節反力は、頸部に対してより平行となる。このアライメントでは、大腿骨頸部により大きな圧縮応力を与えるが、せん断力はほとんど与えない。このことは、外反股における大腿骨頸部の海綿骨が、正常なアライメントの大転子にみられる内外側を交差する線維束よりも、頸部に対して平行に配列されていることの裏づけになるものと考え

られる。外反股では股関節中心と転子部間の垂直な距離は減少するが、このモーメントアームの減少は股関節外転筋に不利な状態をもたらす。このモーメントアームの減少により、股関節外転筋群は股関節を支えるためより大きな収縮力を必要とされ、その結果として関節反力が増大する[25,60]。この関節反力は寛骨の外側へ変位しより小さな関節面に集中するので、関節反力は増大してしまう。換言すると、外反股は骨頭にかかる応力と同様に関節反力を増大させるため、股関節の退行性変化の危険性を増加させることが考えられる。

反対に内反股 (**coxa vara deformity**) とは、大腿骨の骨体と頸部のなす角度が減少したものであり、頸部への曲げのモーメントは増大される[29,42](図38.16)。増加した曲げモーメントにより、大腿骨頸部内側への圧縮力と外側への張力が増加するため、内・外側の骨小柱の配列も増加する。加えて、内反股では大転子と関節中心の距離が長くなり、股関節外転のモーメントアームを実質的に長くする。このことにより、股関節外転筋群が力学的に有利となり、立脚期に必要とされる力は減少するため、関節反力は減少する。整形外科医は、変形性股関節症や大腿骨頭無腐性壊死の治療における手術において、股関節への負荷を減少させる目的で、大腿骨頸部のアライメントを変化させたり、股関節外転筋群の力学的有利性を増大させる[17,25]。しかし、内反股では大腿骨を臼蓋に引きつける力が増加する傾向にあり、臼蓋を摩耗させる可能性がある[35,42]。さらに外転筋力の増加は、拮抗筋の疲労をもた

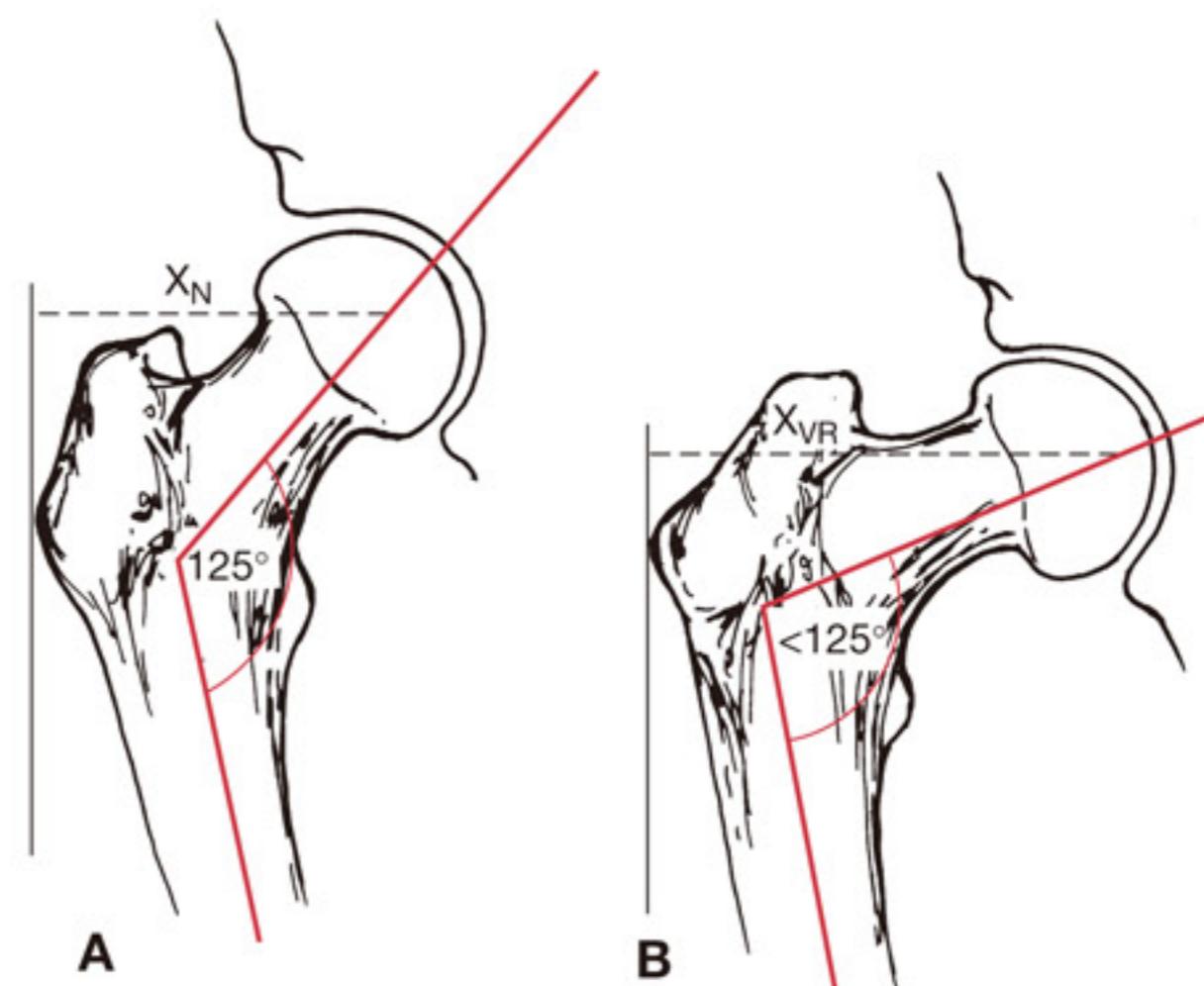


図38.16：内反股変形では頸体角が正常よりも減少する。

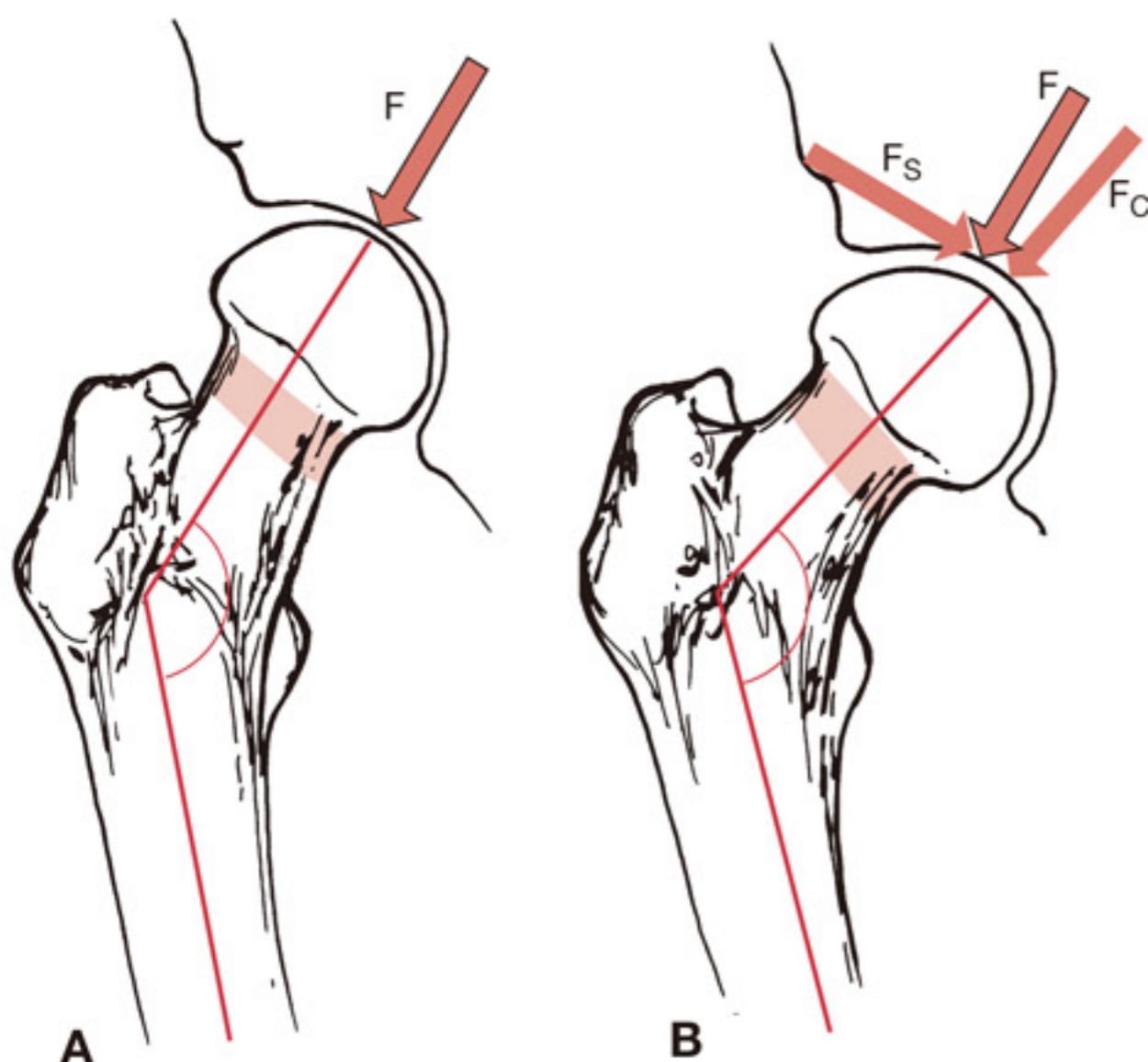


図38.17：骨頭すべりの力学。A. 小さな子どもの大腿骨は寛骨に対して外反しており、骨端線は関節反力 (F) に対してほぼ垂直である。B. 成長した子どもでは股関節外反が減少し、骨頭は関節反力に対して垂直ではなくなる。この場合、股関節の関節反力は圧縮力 (F_c) とせん断力 (F_s) からなる。

らす可能性がある[5]。大腿骨頸部の曲げモーメントの増加に伴って、関節反力のモーメントアームが増加することが考えられる。Carpinteroらは、内反股が大腿骨頸部の疲労骨折の危険因子であることを示唆している[5]。全体的にみると、前額面における約125°の正常なアライメントは、体重負荷に伴う股関節への負の要因を最小にしていることが考えられる。

Clinical Relevance

大腿骨頭すべり症

大腿骨頭すべり症(slipped capital femoral epiphysis)では、大腿骨基部の軟骨成長板や骨端部が後下方へ徐々にまたは突然に偏位する[61]。骨頭のすべりをもたらすメカニズムは、外反や内反における大腿骨への負荷の変化によって説明される(図38.17)。成人とは異なり、新生児の頸体角は125°以上である。つまり、外反は誕生時における股関節の正常なアライメントといえる。この外反アライメントは成長に伴って、徐々に正常成人の数値に近づく。大腿頸部が最大の外反アライメントにある新生児期では、大腿骨頭の軟骨成長板(主要な骨端軟骨)が大腿骨頭への関節反力に対してほぼ垂直に位置する。この状態での関節反力は、骨端部への圧縮応力に一致する。外反が減少するにつれて、軟骨成長板は関節反力に対してより斜めに位置する。その結果、関節反力は軟骨成長板に圧縮応力とせん断力を与える。骨端部の傾

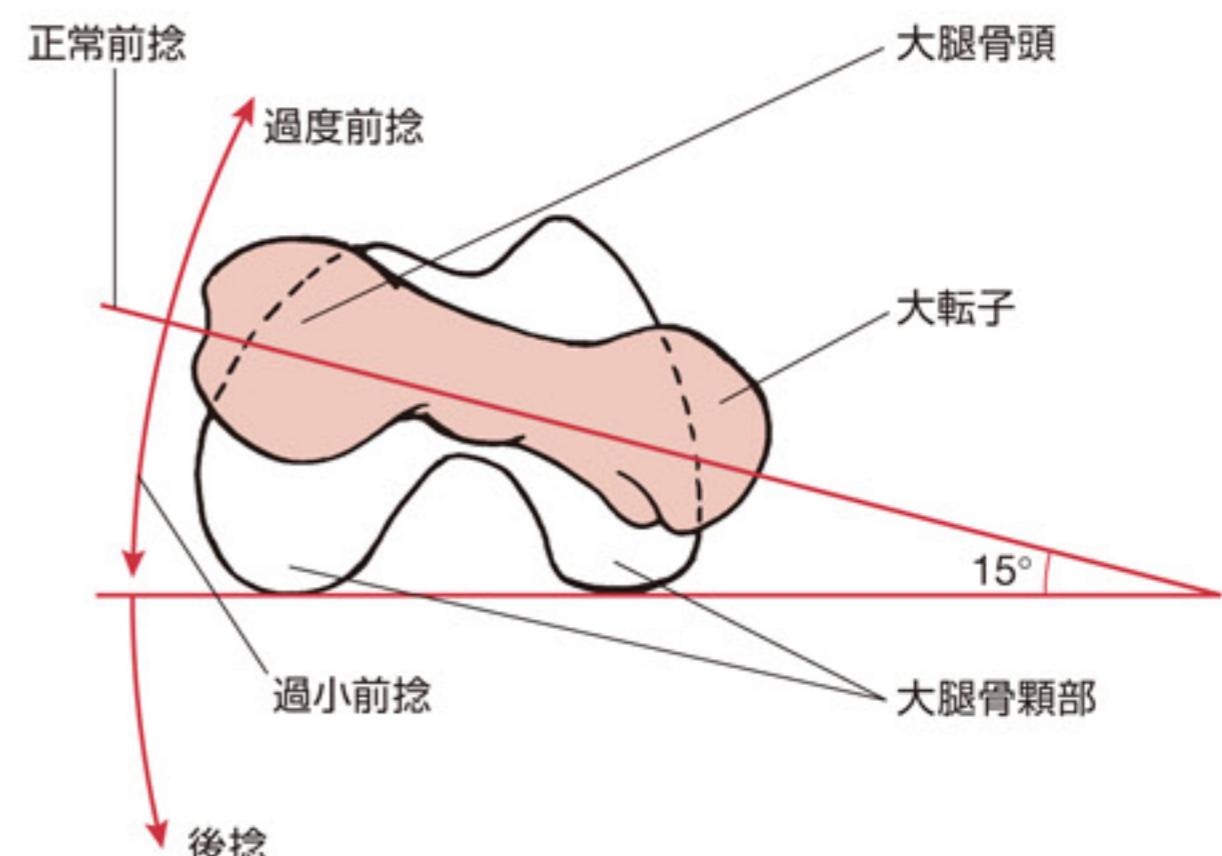


図38.18：水平面での股関節の位置。正常な股関節では約15°の前捻がある。

斜が増すにつれて、せん断力もまた大きくなる。せん断力は骨端部に対して大腿骨頭を滑らせる。せん断力が骨端部の強度を上回ると、大腿骨頭すべり症になる[53]。本疾患は青年期の男性に最も多くみられる。ホルモンバランスの不良は大腿骨頭すべり症の発症に関与するが、関節反力とそのうちのせん断要素を増加させる肥満や急激な成長などの他の要因も重要である[56,61]。

大腿骨近位の水平面アライメントもまた、股関節の機能および機能障害に関与している。成人の大転子と頭部は、大腿頸部に対して約15°前捻している(図38.18)。しかし前額面と同様、水平面でのアライメントも発達に伴って変化する。出生時の前捻の平均角度は32～40°と報告されている[41,54]。成長期の前捻は次第に減少して、思春期後半の約16歳までに15°になる。Jenkinsらは5人の成人を対象とした臨床検査では前捻の平均が12°($\pm 3^\circ$)と報告しているが、MRIによる計測では17°($\pm 7^\circ$)である[28]。

過度に大腿骨頭が前捻している場合、正常に比較して大腿骨頭は寛骨臼内でより前方に位置している(図38.19)。股関節を内旋して大腿骨頭を寛骨臼内でより正常に位置させることで、過度な大腿前捻が代償される。立位において代償的な股関節内旋がなされた場合、他の代償がなされなければ足尖が内側に向いた姿勢となる[32](図38.20)。過度な大腿前捻がある人は股関節内旋によって代償しているので、内旋可動域が増加したり、その反対に外旋可動域が減少することが多い[65]。過度な大腿前捻がある小児は、他の座位姿勢よりも“わり座”をとりやすい。

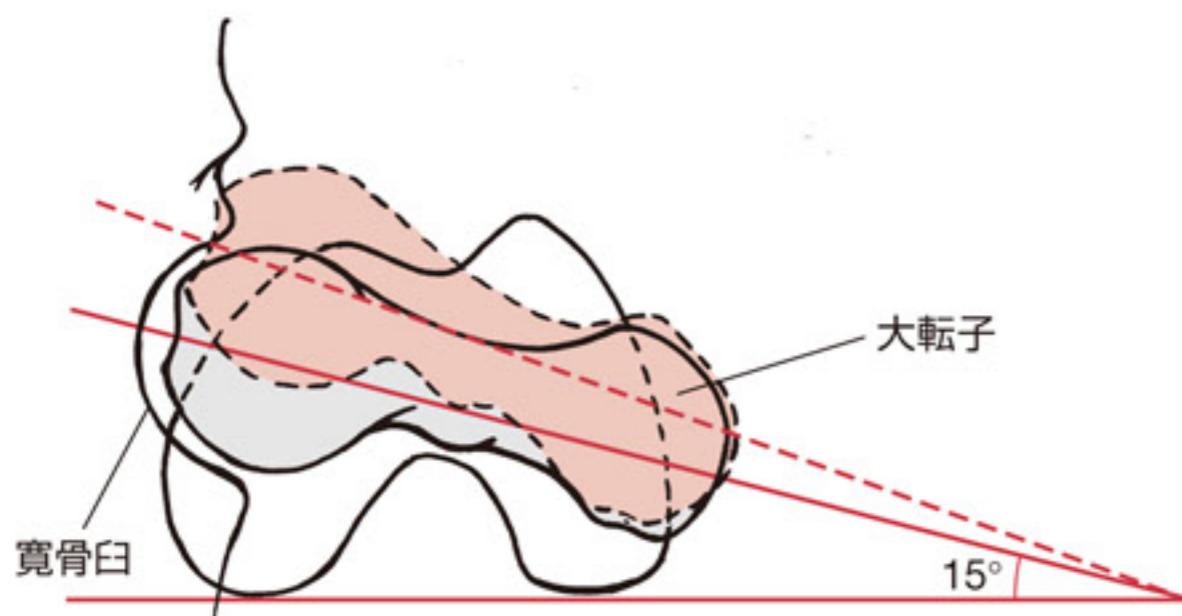


図38.19：過度の大腿骨前捻を代償している状態。過度な前捻に対する代償がなければ、大腿骨頭は大きく前方に位置したり、寛骨臼の外側へと変位する。

大腿骨の過外旋を有する多くの人は、発達過程の中で脛骨の二次的な代償を用いるが、膝に対して足部が外旋するものであり下腿外捻 (lateral tibial torsion)といわれる[32]。その結果として、立位において足尖は内側に向かない。しかし、大腿頸部に関する厳密な検査では、その立位は股関節内旋という特徴を有することがわかる（図38.21）。換言すれば、足尖が内側を向いた姿勢はみられないが、元々の変形は残ったままである。



Clinical Relevance

臨床との関連

過度な大腿骨の前捻に対する治療法

大腿骨の過度な前捻に対する一般的な保存療法における調査によれば、補正した靴やツイスター、スプリントのような基本的な臨床治療では前捻に変化はない[54]。彼らは、観血的治療をなくしてアライメントが変化しないことを明らかにしている。保存療法は、股関節に影響を与える足部や大腿に力学的な力を加えるという点で類似している。これらの治療結果によれば、大腿骨の前捻変形に変化がみられなければ脛骨の外旋が増加することが明らかである。大腿骨の過度な前捻を有する人の多くもしくはそのほとんどで、脛骨が捻れる二次的な変形が進行している。大腿骨前捻の変形による機能的異常のみを呈する人には保存療法を、7歳までに脛骨の回旋がほとんどもしくは全くみられない人や股関節の外旋可動域がほとんどない人には、脛骨骨切り術を考慮することが推奨される。



図38.20：過度な大腿骨前捻の代償を行う典型的な小さな子どもでは、大腿骨頭を寛骨臼に対して適切に位置させるために股関節を内旋して内股の姿勢をとる。



図38.21：成人における過度な大腿の前捻角の代償としては、大腿骨頭を寛骨臼に対して適切に位置させるために股関節内旋位をとることが多く、その結果として立位時に膝蓋骨が内側を向く。しかし脛骨が外捻することで適応していくため、足部は正面を向き内股の姿勢がみられなくなる。

前額面において大腿骨頸部が後方に回旋した水平面での変形を後捻 (retroversion) というが、前捻が正常よりも少ないこの後捻といわれる状況はあまり多くない。後捻または正常より少ない前捻は、股関節外旋可動域の増大と、内旋可動域の減少をもたらす。後捻

表38.1：先行研究による健常人の股関節可動域（°）

文献	屈曲	伸展	外転	内転	内旋	外旋
RoassとAndersson[58] ^a	120 ± 8.3	9 ± 5.2	39 ± 7.2	31 ± 7.3	33 ± 8.2	34 ± 6.8
RoachとMiles[57] ^b	121 ± 13	19 ± 8	42 ± 11	—	32 ± 8	32 ± 9
アメリカ海軍・空軍[9]	120	10	45	30	45	45
BooneとAzen[3] ^c	122 ± 6.1	9.8 ± 6.8	45.9 ± 9.3	26.9 ± 4.1	47.3 ± 6.0	47.2 ± 6.3
HislopとMontgomery[24]	120	—	45	15–20	45	45
GerhardtとRippstein[16]	125	15	45	15	45	45
Escalante[13] ^d	123	—	—	—	—	—
Van Dillenら[67] ^e	—	-2.5	—	—	—	—

^a 30～40歳の男性108名のデータ^b 25～74歳の男性821名、女性862名のデータ^c 18～54歳の男性109名のデータ^d 65～79歳の687名のデータ^e 31 ± 11歳の女性25名、男性10名のデータ

による姿勢の徵候は、足尖が過剰に外側に向く[65]。後捻もまた、若年者における大腿骨頭すべり症の危険因子を増加させる[15]。

股関節の正常な運動 NORMAL MOTION OF THE HIP

股関節運動がその構造に影響を受けることが、前節に記されている。また、股関節運動は腰椎と骨盤の運動との関連性が深い。この節では、過去に報告されている正常股関節可動域の数値に対する制限因子としての構造について検討した内容を記す。さらに、股関節運動への骨盤と腰椎の関与についても検討する。

正常な関節可動域 Normal Range of Motion

表38.1に示されるように、屈曲を除く股関節の正常可動域の値は文献により大きく異なっている。その数値の多くは、計測を行った母集団の説明や計測方法の詳細がなされていない。さらに、患者の関節可動域の数値が正常か否かの判断は、臨床家に委ねられている。股関節に病変のない方々における関節可動域の標準的な差異に関する記載がない上に、一定の測定方法に統一できることもある。臨床家が正常可動域の数値を用いることには制限がある。これらの数値は、患者の股関節可動域の妥当性を判断するため的一般的な見解を与える程度にすぎない。標準的数値が不足しているにも関わらず、いくつかの有用な見解を提示した研究がみられる。性差は股関節可動域にわずかながら影響を与える[13,69]。内旋可動域は女性で大きく、内転可動域は男性で大きいが、その他の運動では差が

みられない。少なくとも80歳までに、すべての股関節可動域が臨床的には問題とならない範囲で加齢により低下する[13,36,57,69]。このことからして、著しい関節可動域の減少は関節機能障害の存在を示唆している。

正常な股関節における可動域の制限因子

Normal Limiting Structures of Hip ROM

股関節運動を制限する構造を理解することは、関節可動域の計測結果を臨床的に判断する上での一助となる。股関節屈曲可動域は、大腿部と体幹との間に存在する軟部組織によって主に制限される[52]。しかし表38.1をもとに再検討すると、正常な股関節屈曲可動域は125°しかないことが明らかである。股関節屈曲120°では、大腿部と腹部との接触がほとんどみられない。したがって、その他の組織が股関節屈曲の最終可動域に影響していることになる。これらの制限因子には後方の関節包と大殿筋が考えられる。太っている人で大きな可動域を有する場合には、軟部組織の接触が股関節屈曲を制限する。肥満は、股関節屈曲角度を著しく減少させる[13]。

伸展の柔軟性は、3つの靱帯によって補強される前方の関節包によって制限される。股関節の単関節屈筋群は、伸展可動域をわずかに制限する。股関節内転筋群と恥骨大腿靱帯は股関節外転を、腸骨大腿靱帯上部と股関節外転筋群は股関節内転を制限する。最後に外旋の柔軟性は、前方の関節包、腸骨大腿靱帯、恥骨大腿靱帯によって主に制限される。内旋可動域は、股関節外旋筋群や後方の関節包、さらには一部の恥骨大腿

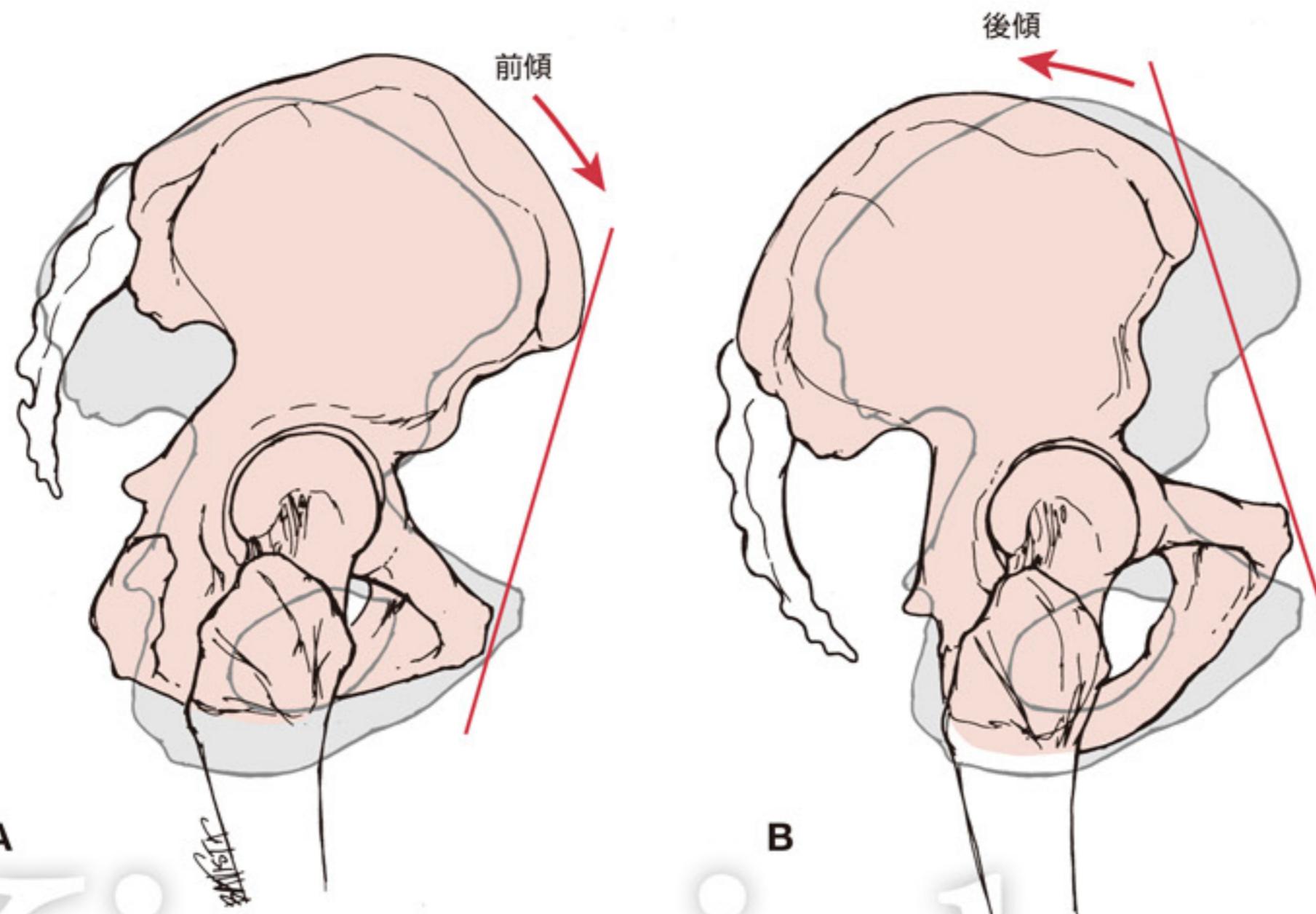


図 38.22：矢状面において股関節が骨盤の位置に与える影響。A. 骨盤前傾により股関節は屈曲する。B. 骨盤後傾により股関節は伸展する。

靭帯によって制限される[52,64]。

股関節運動への骨盤の関与

Contribution of the Pelvis to Hip Motion

一般的に股関節の関節可動域は、開放運動連鎖の状況で測定される。屈曲(flexion)は骨盤や体幹の前面に向かう大腿骨の運動と定義され、伸展(extension)はその反対の運動である。外転(abduction)は骨盤の外側

面に向かう大腿骨の運動と定義され、内転(adduction)はその反対の運動である。外旋(lateral rotation)は臼蓋内で大腿骨頭が前方回旋した際に、内旋(medial rotation)は後方回旋した際に生じる運動である。しかし、日常生活においては閉鎖運動連鎖での下肢機能としてみられることが多く、大腿骨に対して骨盤が運動する。大腿骨を固定した直立姿勢において、骨盤前面が大腿骨に近づく運動を行うことは骨盤前傾に伴って

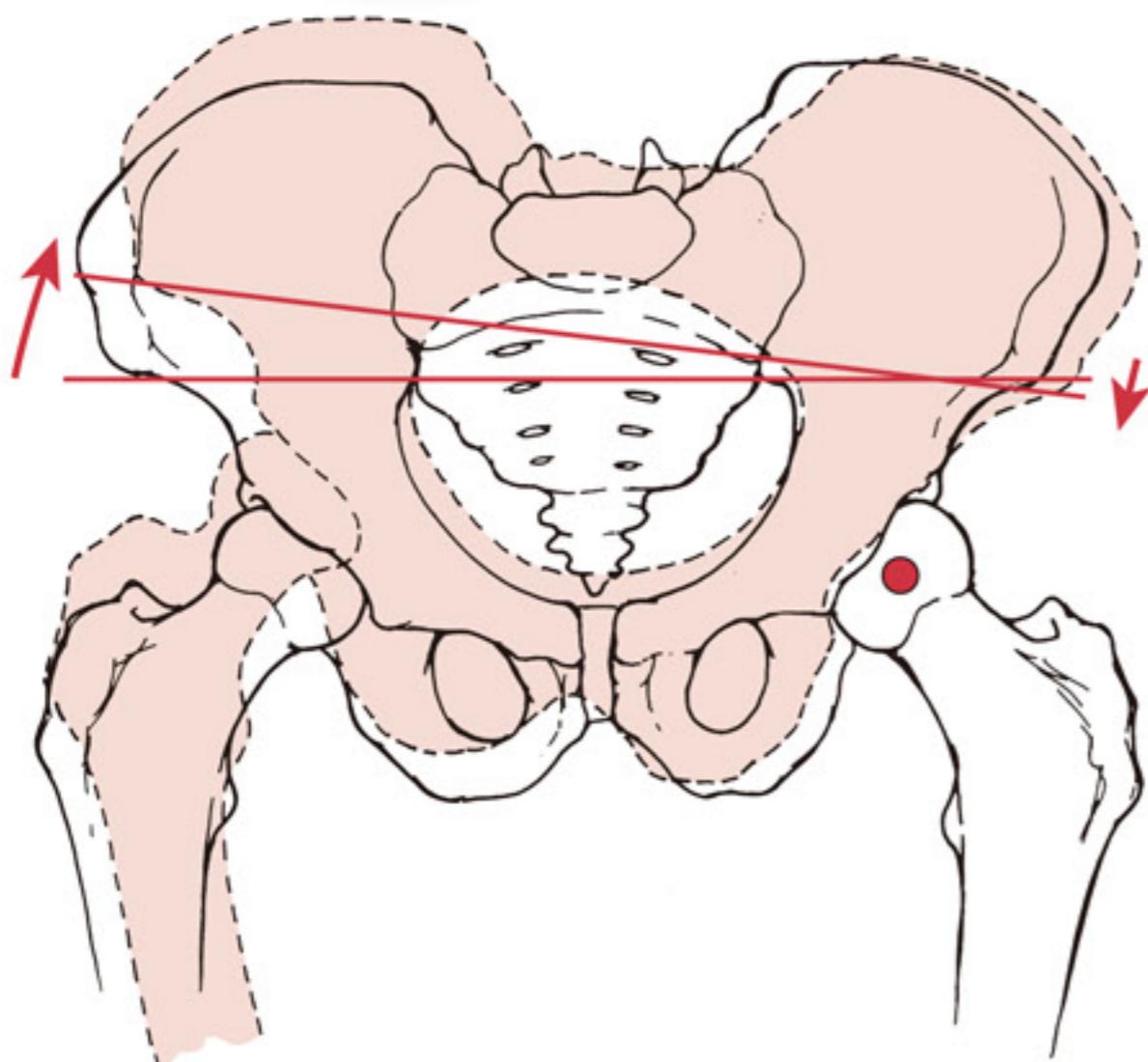


図 38.23：両下肢で立った状態で一側骨盤が挙上した場合、挙上側の股関節は内転、対側は外転する。

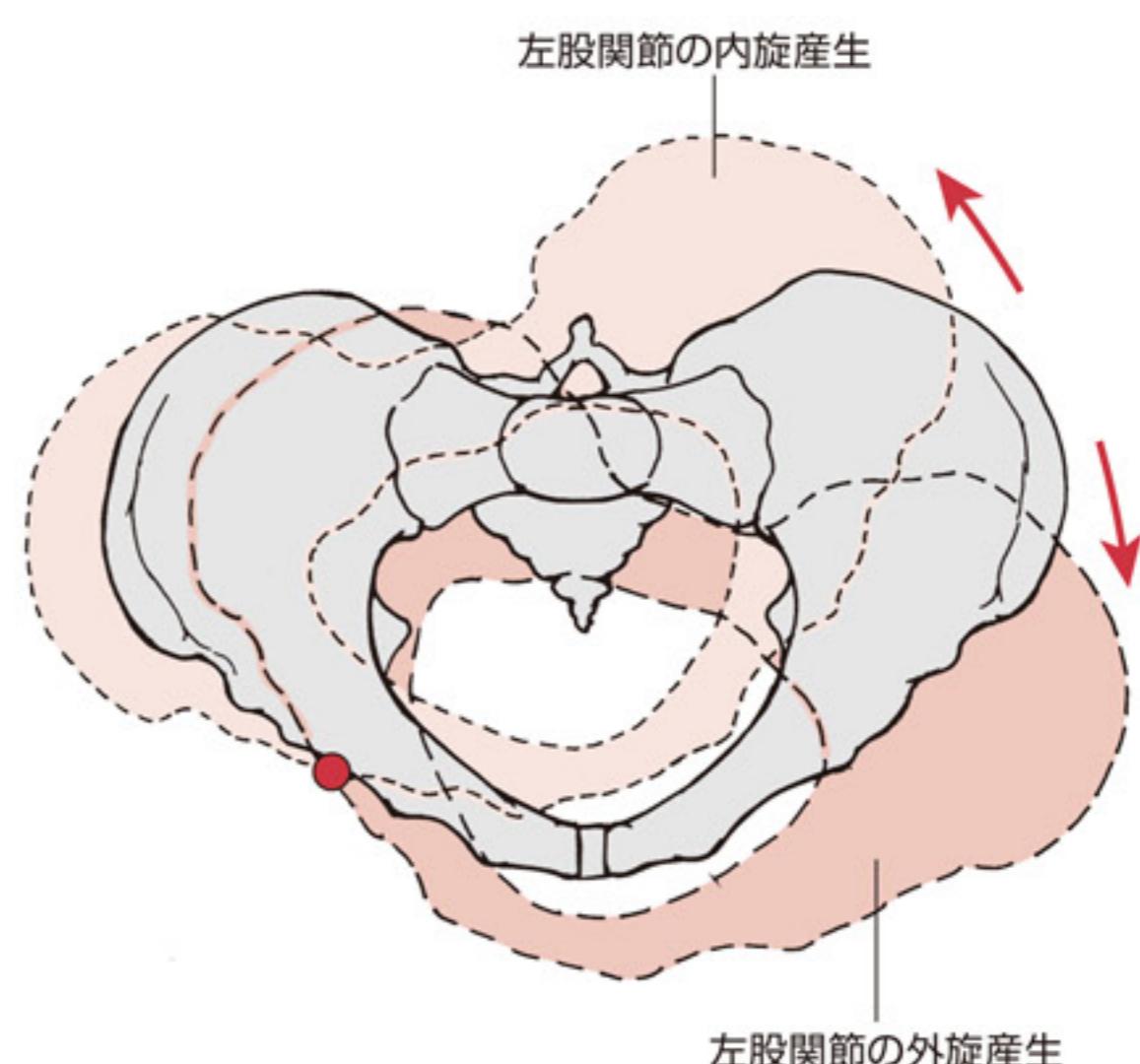


図 38.24：水平面において大腿骨上で骨盤が回旋した場合、骨盤が前方回旋した側の股関節は外旋、対側は内旋する。

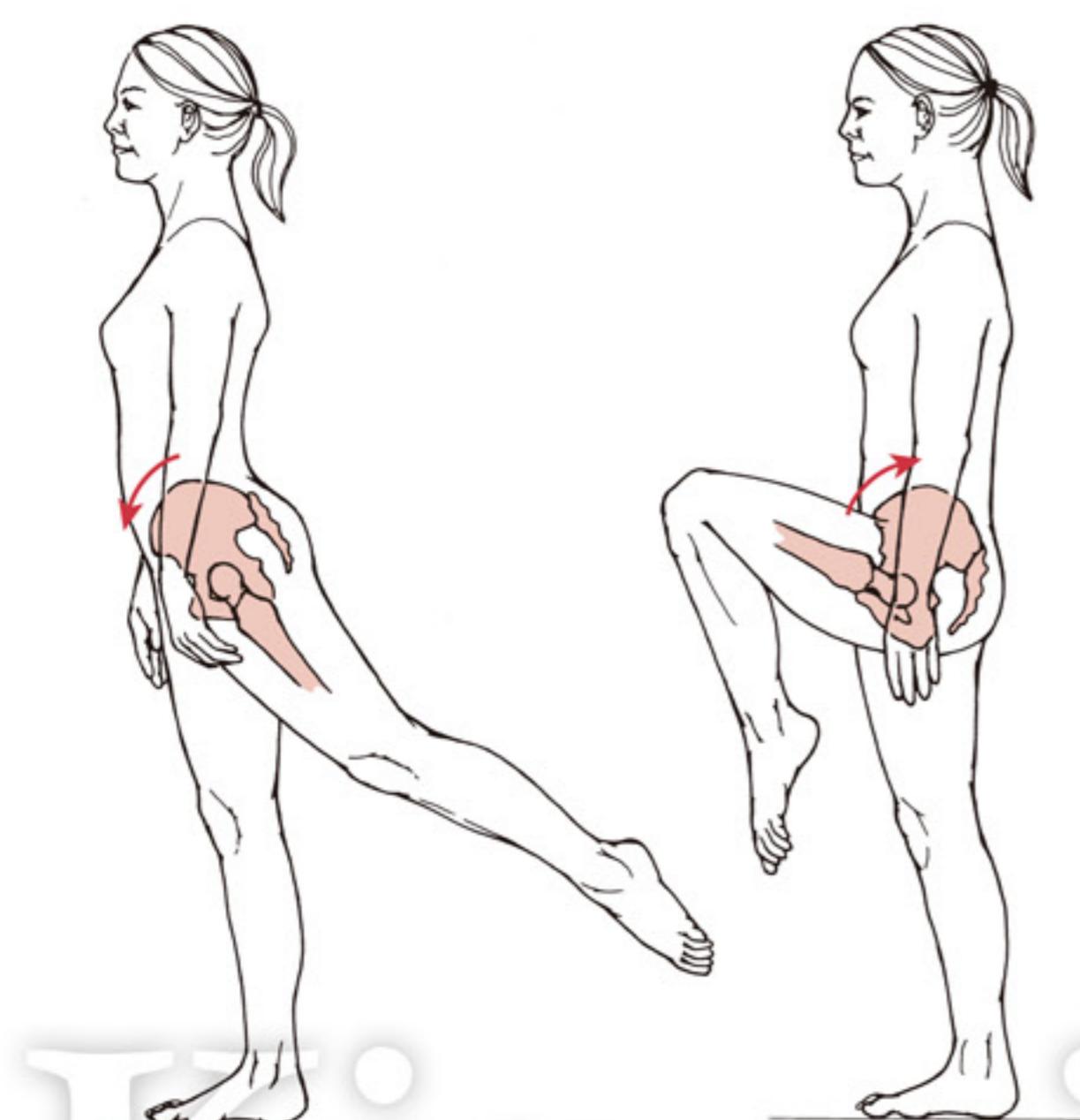


図38.25：A. 骨盤前傾によって股関節伸展が代償される。B. 骨盤後傾によって股関節屈曲が代償される。

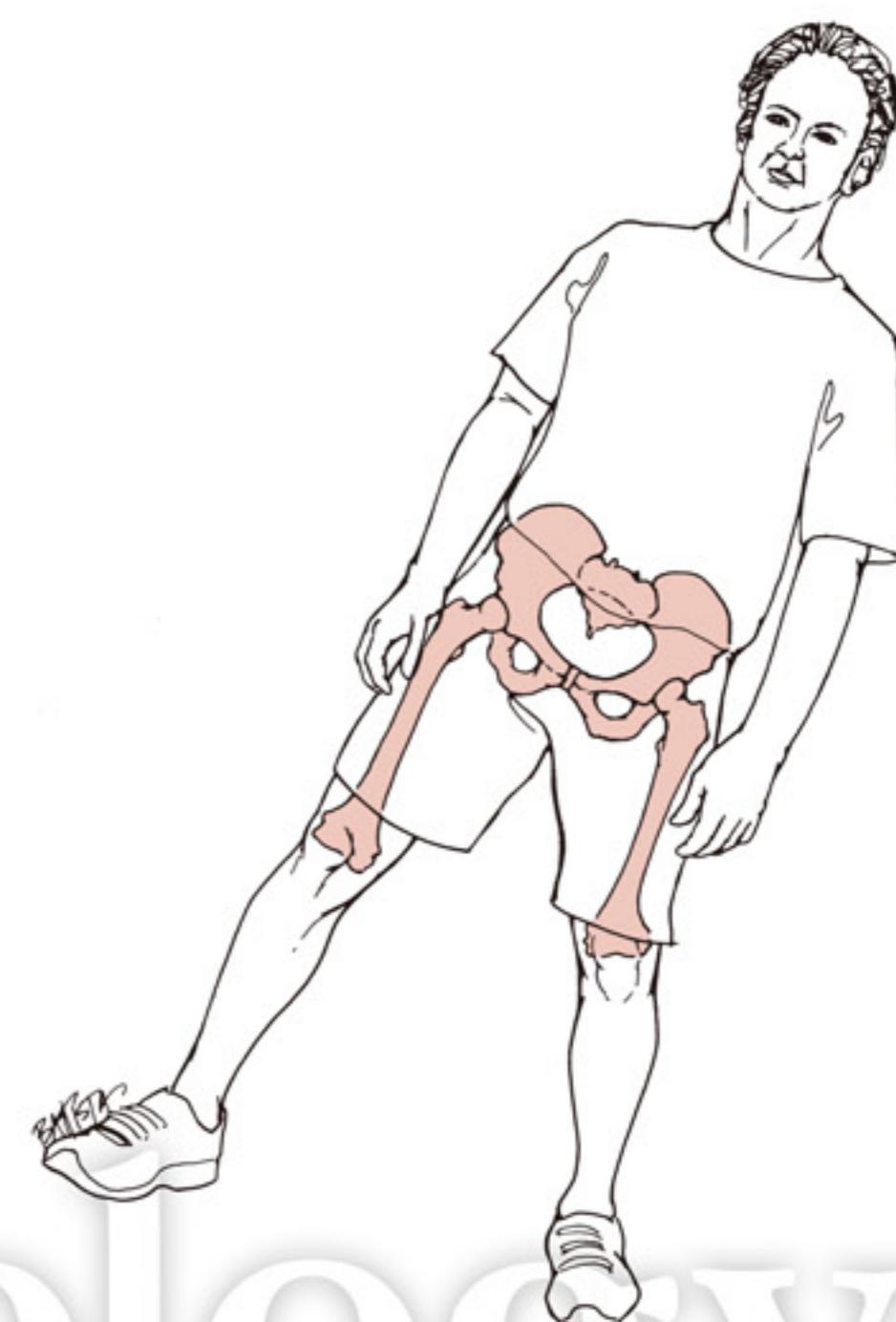


図38.26：体幹と骨盤の側屈によって股関節外転が代償される。

股関節は屈曲し、骨盤後傾に伴って股関節を伸展する（図38.22）。前額面において両下肢が固定された状態で一側骨盤が挙上した場合、対側骨盤の外側面は固定された大腿骨に近づく（図38.23）。この骨盤の変位は、挙上側とは対側の股関節が外転した結果による。このとき、挙上側の股関節は内転している。最後に水平面でみると、大腿骨が固定された直立姿勢における骨盤の前方回旋は、同側股関節の外旋と対側股関節の内旋によって生じる（図38.24）。股関節の位置が与える骨盤への影響を理解するには、歩行や階段昇降、
3 ダンスのような活動時にみられる股関節運動の理解が不可欠である。たとえば、歩行における踵接地側股関節の外旋と対側股関節の内旋の結果として、水平面において踵接地側の骨盤が前に回旋する。

股関節運動時にみられる股関節と腰椎の相互作用

Interaction of the Hip Joint and Lumbar Spine in Hip Motion

過去に報告された関節可動域の差異の原因の1つとして、純粋な股関節の運動を腰椎の運動と分離することが困難な点がある。股関節の運動は体幹に対する大腿の位置として測定される。骨盤と腰椎の運動を制御できなければ、測定された可動域は股関節と脊柱の両

者の運動が反映されている可能性がある。股関節屈曲において窓骨臼に対する大腿骨の運動が終了すると、骨盤の後傾により大腿骨が体幹に向かう運動が連続して生じ、腰椎前彎の減少に伴い見かけ上では股関節が屈曲したように見える（図38.25）[10]。反対に、股関節での運動のない場合には、骨盤前傾によって見かけ上の股関節伸展がなされる。前額面における体幹側屈と骨盤の運動は、股関節の外転または内転運動と捉えることができる（図38.26）。股関節運動に伴う骨盤と大腿骨の運動が同時に、そして連動せずに生じることは重要である。したがって、眞の股関節運動と骨盤と腰背部による見かけ上の運動とを区別する必要がある。

Clinical Relevance

臨床との関連

股関節可動域減少の代償

股関節の可動域制限あるいは減少のある人では、体幹と大腿の間での可動域を大きくするような骨盤と腰椎の運動が生じる。股関節の可動性がない患者、もしくは疼痛を有する患者は、立脚期に体幹を推進するために骨盤を前傾して股関節屈曲を代償したり、遊脚期に骨盤を後傾させて下肢を振り出す[19,70]。股関節と腰椎の相

互作用は、一部の患者における腰背部痛の原因とも考えられる[18]。股関節の可動域制限は、腰背部の過用や過度な可動性を引き起こす可能性がある。股関節可動域制限に伴って腰椎の代償を繰り返すと、傷害や疼痛が引き起こされる。そのため股関節可動域の評価は、腰背部痛の評価として重要である。椅子から立ち上がる動作やしゃがみこむ動作では、股関節屈曲が130°以上必要である[26,49]。股関節の可動域が減少している人は、椅子から立ち上がる動作や靴紐を結ぶためにしゃがむ動作、あるいは床から物を拾うため動作において腰椎の屈曲を代償として使用する可能性がある。

日常生活における股関節の運動

Hip Motion in Activities of Daily Living

椅子またはトイレから立ち上がる動作、床から何かを拾う動作、歩行や階段昇降動作など多くの日常活動にとって、股関節運動は不可欠である。正常歩行では約20～30°の屈曲が必要であり、初期接地期に最大となる。昇段動作では約45～65°以上が必要であり、降段ではそれよりやや少ない可動域が必要である[38, 46]。通常、椅子からの立ち上がりでは100°以上の股関節屈曲が必要で、靴紐を結ぶ動作や床から何かを拾う動作ではそれよりやや少ない可動域が必要である [50]。

5

Clinical Relevance

臨床との関連

人工股関節置換術後のリスク管理

脱臼は人工股関節置換術（THR）で最も多くみられる合併症のうちの1つである。大腿骨骨頭が臼蓋から押し出す原因となる大腿骨骨頭と臼蓋の構成要素のインピングメントが、脱臼の主たる要因である。一般にインピングメントは、過剰な股関節屈曲、内転、内旋で生じる。外科医やセラピストは、THR患者にこれらの動作、とくに股関節内転や内旋を伴う90°以上の屈曲を避けるように指導する。しかし、100°以上の屈曲位からの立ち上がり動作やそれ以上に股関節を屈曲する靴紐を結ぶ動作では、このような指導が守られない。クッションを使用したり脚長を延長した椅子、高くした便座、長い靴べら、融通の効く靴紐などの特別な適応は、過剰な股関節屈曲やその他の動作を避けなければならない患者の援助にあることがある（図38.27）。

股関節と肩関節の比較

COMPARISON OF THE HIP JOINT TO THE GLENOHUMERAL JOINT

人体の関節の中で、球関節で3軸という2つの特徴を有する股関節と肩甲上腕関節であるが、それらは非常に異なった構造を呈する。このことは、両者の大きく異なる機能的特徴を説明する一助となる。まず、外観からみた関節構成体の形状が股関節と肩甲上腕関節では全く異なっている。大腿骨頭と上腕骨頭はどちらも球状であるが、大腿骨頭がほぼ2/3が球形をなしているのに対して、一方の上腕骨頭は半球でしかない。関節の近位面を形成する窓臼と肩甲骨関節窩もまた、大きな差異がある。窓臼は大腿骨頭の彎曲に沿った深いソケットを形成し、関節内において関節唇により大腿骨頭の半分以上が覆われている。これとは対照的に肩甲骨関節窩は非常に浅く、どの位置であっても上腕骨頭の一部分しか関節面を形成しない。これらの相違は、肩甲上腕関節が股関節よりも可動性が大きいことや、股関節は肩関節よりも安定していることを説明する一助になる。

軟部組織による支持機構もまた、股関節と肩甲上腕関節の機能的特徴の差異に関与している。股関節における関節包とそれを補強する靱帯は大きな他動的支持性を与えるが、一方の肩甲上腕関節では、関節の連結に必要とされる部分的な支持にとどまっている。両者の構造的および機能的相違を認識することは、臨床家



図38.27：下肢が伸展した状態（左側の椅子）での立ち上がり動作は、標準型の椅子の場合と比較して股関節屈曲が必要でない。

が基礎的な各領域の病理学を理解することや、よりよい治療方針を決定することに有用である。

Clinical Relevance

臨床との関連

肩関節と比較した股関節の不安定性

成人において、股関節の不安定性はあまり問題とはならないが、肩関節の不安定性は一般的にみられる問題である。股関節の不安定性は、成長期において問題となることが多い。しかし、肩関節の安定性を得るために筋力増強訓練は一般的な方法であるが、同様の方法は股関節の安定性回復には不十分である。その理由は、股関節の安定性が筋性の支持よりも骨性の構造、および非収縮性組織による安定性に依存しているからである。

要約 SUMMARY

本章では、股関節の非収縮性の支持機構と同様、骨性の構造がどのように股関節の安定性と運動性の要素に関与しているかについての検討を行った。臼蓋による深いソケットと関節唇によって、股関節固有の安定性が得られる。靭帯により補強された強靭な関節包がさらに支持性を与えており、大腿部と寛骨の相対的なアライメントにより、屈曲を中心とした関節の可動性と、股関節における筋の力学的有利性を高めている。股関節のアライメント不良により股関節の機構が変化し、関節に対してより強い負荷と応力を与えてしまい、その結果として関節の変性が生じる。

股関節の関節可動域について、年齢による影響を報告したものはほとんどない。股関節の可動性の低下は関節機能障害を示唆し、脊柱や骨盤における過度な運動の結果として生じている可能性がある。これらのことからして、骨盤や腰椎の可動性増大は股関節の可動性の低下に起因する可能性があるため、股関節の可動性評価は腰痛を有する人に対する必須の検査といえる。このような形態的、機能的な関係を把握することは、股関節や脊柱の機能異常を適切に理解して治療するだけでなく、股関節の正常な機能を理解する上で必要となる。次章では、さらなる支持性を提供し、最も重要な股関節の自動運動を担う筋の構造について記す。

文献

- Aamodt A, Lund-Larsen J, Eine J, et al: In vivo measurements show tensile axial strain in the proximal lateral aspect of the human femur. *J Orthop Res* 1997; 15: 927-931.
- Athanasiou KA, Agarwal A, Dzida FJ: Comparative study of the intrinsic mechanical properties of the human acetabular and femoral head cartilage. *J Orthop Res* 1994; 12: 340-349.
- Boone DC, Azen SP: Normal range of motion of joints in male subjects. *J Bone Joint Surg* 1979; 61-A: 756-759.
- Bower C, Stanley FJ, Kricker A: Congenital dislocation of the hip in Western Australia. A comparison of neonatally and post neonatally diagnosed cases. *Clin Orthop* 1987; 224: 37-44.
- Carpintero P, Leon F, Zafra M, et al: Stress fractures of the femoral neck and coxa vara. *Arch Orthop Trauma Surg* 2003; 123: 273-277.
- Carter DR, Wong M, Orr TE: Musculoskeletal ontogeny, phylogeny, and functional adaptation. *J Biomech* 1991; 24: 3-16.
- Chen HH, Li AFY, Li KC, et al: Adaptations of ligamentum teres in ischemic necrosis of human femoral head. *Clin Orthop* 1996; 328: 268-275.
- Cotten A, Boutry N, Demondion X, et al: Acetabular labrum: MRI in asymptomatic volunteers. *J Comput Assist Tomogr* 1998; 22: 1-7.
- Departments of the U.S. Army and Air Force. US Army Goniometry manual: technical manual no. 8-640; Air Force pamphlet no. 160-14. 1-8-1968. Washington, DC: Departments of the Army and Air Force, 1968.
- Dewberry MJ, Bohannon RW, Tiberio D, et al: Pelvic and femoral contributions to bilateral hip flexion by subjects suspended from a bar. *Clin Biomech* 2003; 18: 494-499.
- Duan Y, Beck TJ, Wang XF, Seeman E: Structural and biomechanical basis of sexual dimorphism in femoral neck fragility has its origins in growth and aging. *J Bone Miner Res* 2003; 18: 1766-1774.
- Eckstein F, Eisenhart-Rothe RV, Landgraf J, et al: Quantitative analysis of incongruity, contact areas and cartilage thickness in the human hip joint. *Acta Anat* 1997; 158: 192-204.
- Escalante A, Lichtenstein MJ, Dhanda R, et al: Determinants of hip and knee flexion range: results from the San Antonio longitudinal study of aging. *Arthritis Care Res* 1999; 12: 8-18.
- Ferguson SJ, Bryant JT, Ganz R, Ito K: The acetabular labrum seal: a poroelastic finite element model. *Clin Biomech* 2000; 15: 463-468.
- Fishkin Z, Armstrong DG, Shah H, et al: Proximal femoral physis shear in slipped capital femoral epiphysis—a finite element study. *J Pediatric Orthop* 2006; 26: 291-294.
- Gerhardt JJ, Rippstein J: Measuring and Recording of Joint Motion Instrumentation and Techniques. Lewiston, NJ: Hogrefe & Huber, 1990.
- Goldie IF, Dumbleton JH: Intertrochanteric osteotomy of the femur. In: Black J, Dumbleton JH, eds. Clinical Biomechanics. A Case History Approach. New York: Churchill Livingstone, 1981; 72-93.
- Gombatto SP, Collins DR, Sahrman SA, et al: Gender differences in pattern of hip and lumbopelvic rotation in people with low back pain. *Clin Biomech* 2006; 21: 263-271.
- Gore DR, Murray RM, Sepic SB, Gardner GM: Walking patterns of men with unilateral surgical hip fusion. *J Bone Joint Surg* 1975; 57-A: 759-765.
- Harty M: Some aspects of the surgical anatomy of the hip joint. *J Bone Joint Surg* 1966; 48-A: 197-202.
- Harty M: Anatomic considerations. *Orthop Clin North Am*

- 1982; 13: 667–679.
22. Hewitt J, Glisson R, Guilak F, Vail T: The mechanical properties of the human hip capsule ligaments. *J Arthroplasty* 2002; 17: 82–89.
 23. Hewitt J, Guilak F, Glisson R, Vail T: Regional material properties of the human hip joint capsule ligaments. *J Orthop Res* 2001; 19: 359–364.
 24. Hislop HJ, Montgomery J: Daniel's and Worthingham's Muscle Testing: Techniques of Manual Examination. Philadelphia: WB Saunders, 1995.
 25. Iglic A, Antolic V, Srakar F, et al: Biomechanical study of various greater trochanter positions. *Arch Orthop Trauma Surg* 1995; 114: 76–78.
 26. Ikeda E, Schenkman M, O'Riley P, Hodge WA: Influence of age on dynamics of rising from a chair. *Phys Ther* 1991; 71: 473–481.
 27. Ipavec M, Brand RA, Pedersen DR, et al: Mathematical modelling of stress in the hip during gait. *J Biomech* 1999; 32: 1229–1235.
 28. Jenkins SEM, Harrington ME, Zavatsky AB, et al: Femoral muscle attachment locations in children and adults, and their prediction from clinical measurement. *Gait Posture* 2003; 18: 13–22.
 29. Johnston RC: Mechanical considerations of the hip joint. *Arch Surg* 1973; 107: 411–417.
 30. Kawabe K, Konishi N: Three dimensional modeling of cartilage thickness in hip dysplasia. *Clin Orthop* 1993; 289: 180–185.
 31. Kelly BT, Weiland DE, Schenker ML, Philippon MJ: Arthroscopic labral repair in the hip: surgical technique and review of the literature. *Arthroscopy* 2005; 21: 1496–1504.
 32. Kling TF Jr, Hensinger RN: Angular and torsional deformities of the lower limbs in children. *Clin Orthop* 1983; 176: 136–147.
 33. Kurrat HJ, Oberlander W: The thickness of the cartilage in the hip joint. *J Anat* 1978; 129: 145–155.
 34. Kutlu A, Memick R, Mutlu M, et al: Congenital dislocation of the hip and its relation to swaddling used in turkey. *J Pediatr Orthop* 1992; 12: 598–602.
 35. Laforgia R, Specchiulli F, Solarino G, Nitti L: Radiographic variables in normal and osteoarthritic hips. *Bull Hosp Joint Dis* 1996; 54: 215–221.
 36. Lee LW, Zavarei K, Evans J, et al: Reduced hip extension in the elderly: dynamic or postural? *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86: 1851–1854.
 37. Lewis CL, Sahrmann SA: Acetabular labral tears. *Phys Ther* 2006; 86: 110–121.
 38. Livingston LA, Stevenson JM, Olney SJ: Stairclimbing kinematics on stairs of differing dimensions. *Arch Phys Med Rehabil* 1991; 72: 398–402.
 39. Lohe F, Eckstein F, Sauer T, Putz R: Structures, strain and function of the transverse acetabular ligament. *Acta Anat* 1996; 157: 315–323.
 40. Lotz JC, Cheal EJ, Hayes WC: Stress distributions within the proximal femur during gait and falls: implications for osteoporotic fracture. *Osteoporos Int* 1995; 5: 252–261.
 41. MacEwen GD: Anteversion of the femur. *Postgrad Med* 1976; 60: 154–156.
 42. Maquet P: Biomechanics of hip dysplasia. *Acta Orthop Belg* 1999; 65: 302–314.
 43. Martin RL, Enseki KR, Draovitch P, et al: Acetabular labral tears of the hip: examination and diagnostic challenges. *JOSPT* 2006; 36: 503–515.
 44. Martinon-Torres M: Quantifying trabecular orientation in the pelvic cancellous bone of modern humans, chimpanzees, and the kebara 2 neanderthal. *Am J Hum Biol* 2003; 15: 647–661.
 45. Mayhew PM, Thomas CD, Clement JG, et al: Relation between age, femoral neck cortical stability, and hip fracture risk. *Lancet* 2005; 366: 129–135.
 46. McFadyen BJ, Winter DA: An integrated biomechanical analysis of normal stair ascent and descent. *J Biomech* 1988; 21: 733–744.
 47. Michaeli D, Murphy S, Hipp J: Comparison of predicted and measured contact pressures in normal and dysplastic hips. *Med Eng Phys* 1997; 19: 180–186.
 48. Moore KL: Clinically Oriented Anatomy. Baltimore: Williams & Wilkins, 1980.
 49. Mulholland S, Wyss UP: Activities of daily living in non-Western cultures: range of motion requirements for hip and knee joint implants. *Int J Rehabil Res* 2001; 24: 191–198.
 50. Nadzadi ME, Pedersen DR, Yack HJ, et al: Kinematics, kinetics, and finite element analysis of commonplace maneuvers at risk for total hip dislocation. *J Biomech* 2003; 36: 577–591.
 51. Neumann DA: Biomechanical analysis of selected principles of hip joint protection. *Arthritis Care Res* 1989; 2: 146–155.
 52. Norkin CC, White DJ: Measurement of Joint Motion. A Guide to Goniometry. Philadelphia: FA Davis, 1995.
 53. Pauwels F: Biomechanics of the Normal and Diseased Hip: Theoretical Foundation, Technique and Results of Treatment. An Atlas. Berlin: Springer-Verlag, 1976; 30–37.
 54. Pizzutillo PT, MacEwen GD, Shands AR: Anteversion of the femur. In: Tonzo RG, ed. Surgery of the Hip Joint. New York: Springer-Verlag, 1984.
 55. Ralis Z, McKibbin B: Changes in shape of the human hip joint during its development and their relation to its stability. *J Bone Joint Surg* 1973; 55B: 780–785.
 56. Ramsey PL: Congenital hip dislocation before and after walking age. *Postgrad Med* 1976; 60: 114–120.
 57. Roach KE, Miles TP: Normal hip and knee active range of motion: the relationship to age. *Phys Ther* 1991; 71: 656–665.
 58. Roass A, Andersson GB: Normal range of motion of the hip, knee, and ankle joints in male subjects, 30–40 years of age. *Acta Orthop Scand* 1982; 53: 205–208.
 59. Romanes GJE: Cunningham's Textbook of Anatomy. Oxford: Oxford University Press, 1981.
 60. Ruff C: Biomechanics of the hip and birth in early homo. *Am J Phys Anthropol* 1995; 98: 527–574.
 61. Salter RB: Textbook of Disorders and Injuries of the Musculoskeletal System. 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1999.
 62. Schmidt A, Swiontkowski M: Femoral neck fractures. *Orthop Clin North Am* 2002; 33: 97–111.
 63. Sims S: Subtrochanteric femoral fractures. *Orthop Clin North Am* 2002; 33: 113–126.
 64. Singleton MC, LeVeau BF: The hip joint: structure, stability, and stress. *Phys Ther* 1975; 55: 957–973.
 65. Staheli LT: Rotational problems of the lower extremities. *Orthop Clin North Am* 1987; 18: 503–512.
 66. Tillmann B: A contribution to the functional morphology of articular surfaces. *Norm Pathol Anat (Stuttg)* 1978; 34: 1–50.
 67. Van Dillen L, McDonnell M, Fleming D, Sahrmann S: Effect of knee and hip position on hip extension range of motion in individuals with and without low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2000; 30: 307–316.
 68. von Eisenhart-Rothe R, Eckstein F, Müller-Gerbl M, et al: Direct comparison of contact areas, contact stress and subchondral mineralization in human hip joint specimens. *Anat Embryol* 1997; 195: 279–288.

69. Walker JM, Sue D, Miles-Elkousy N, et al: Active mobility of the extremities in older subjects. Phys Ther 1984; 64: 919-923.
70. Watelain E, Dujardin F, Babier F, et al: Pelvic and lower limb compensatory actions of subjects in an early stage of hip osteoarthritis. Arch Phys Med Rehabil 2001; 82: 1705-1711.
71. Williams P, Bannister L, Berry M, et al: Gray's Anatomy, The Anatomical Basis of Medicine and Surgery, Br. ed. London: Churchill Livingstone, 1995.
72. Yoshioka Y, Siu D, Cooke TDV: Anatomy and functional axes of the femur. J Bone Joint Surg 1987; 69A: 873.

Kinesiology Round Flat

