

Maßgebliche Gelenkflächen für Beugung und Streckung

Die Hauptbewegungen des Kniegelenks, Beugung und Streckung, finden um eine transversale Achse statt. Unter diesem Aspekt ist das Gelenk ein Scharnier. Die Artikulationsflächen am distalen Ende des Femurs sind windenförmig, sie stellen einen Windenabschnitt dar (Abb. 32). Es besteht eine grobe Ähnlichkeit mit einem Flugzeugfahrwerk (Abb. 33). Die zwei Femurkondylen, bikonvex, bilden die beiden Lippen der Winde, sie entsprechen den beiden Rädern des Fahrwerks.

Nach vorne zu laufen sie in die gekahlte Facies patellaris aus (Abb. 34). Die Windeneinkerbung wird vorne von der zentralen Kehlung der Facies patellaris, hinten von der Fossa intercondylaris gebildet (auf deren mechanische Bedeutung wird noch eingegangen werden). Das Kniegelenk wird von manchen Autoren als bikondylär beschrieben, was vom anatomischen Aspekt her korrekt ist; mechanisch betrachtet ist das Gelenk aber zweifellos ein Gynglimus.

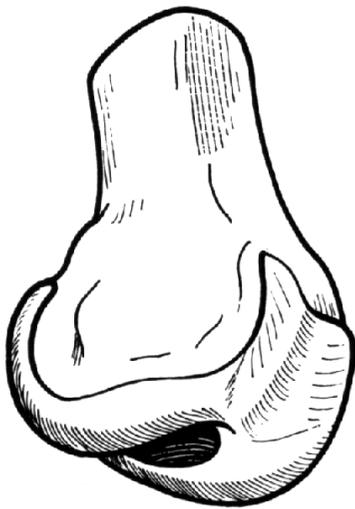
Die Tibia besitzt zwei reziprok gekrümmte Gelenkflächen. Es sind zwei parallele, konkave Flächen, die durch eine leichte Erhebung voneinander getrennt werden (Abb. 35). Äußere (GA) und innere Gelenkfläche (CiI) sind Ausschnitte der Fläche S; getrennt werden sie voneinander durch die seichte Eminenz, die die beiden Tubercula intercondylaria beherbergt. Nach vorne zu findet

sich in Verlängerung dieser seichten Erhebung der First der Patellarückseite (P); deren Facetten bilden sozusagen die Fortsetzung der Tibiagelenkflächen. Die Gesamtheit der Gelenkflächen hat eine transversale Achse (I), die mit der Kondylenachse (II) des geschlossenen Gelenks zusammenfällt.

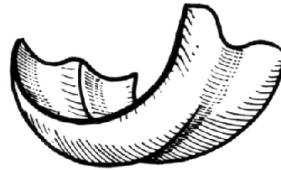
Während die Tibiagelenkflächen mit den Femurkondylen artikulieren, liegen die Tubercula intercondylaria in der Fossa intercondylaris. Die genannten Strukturen bilden funktionell das Tibiofemoralgelenk. Die beiden Facetten der Patellarückfläche artikulieren mit beiden Wülsten der Facies patellaris, während sich der Patellafirst in die seichte Rinne der Facies patellaris einpaßt. Es handelt sich funktionell um ein weiteres Gelenk, die Articulatio femoropatellaris. Die beiden Gelenke, das tibiofemorale und das femoropatellare, sind anatomisch Teile eines Gelenkes, des Kniegelenkes.

In einer ersten, groben Annäherung kann, um Beugung und Streckung im Gelenk nachzuvollziehen, das Kniegelenk aufgefaßt werden als eine Windenfläche, die in einer konkav gekrümmten Doppelrinne gleitet (Abb. 36).

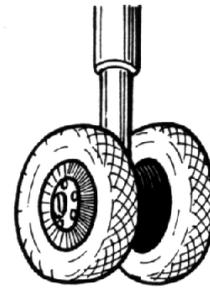
Bei genauerer Betrachtung sind die Verhältnisse allerdings, wie noch gezeigt werden wird, komplizierter.



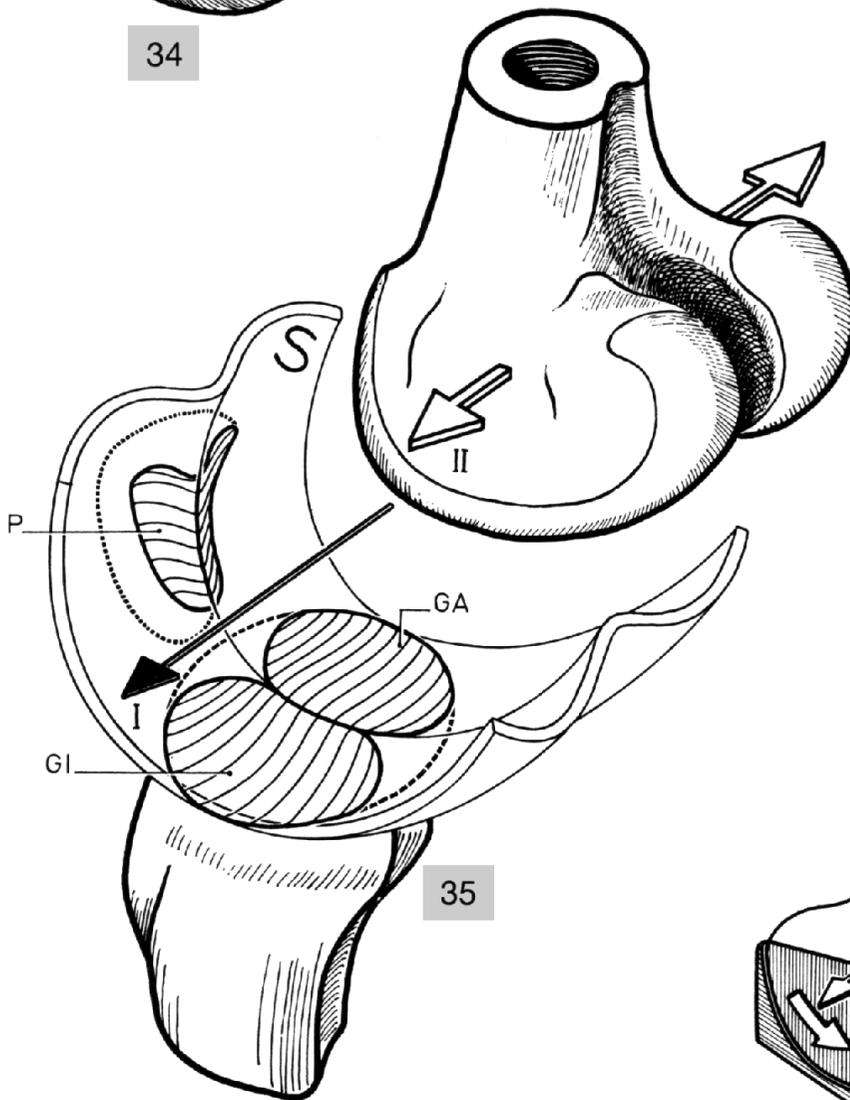
34



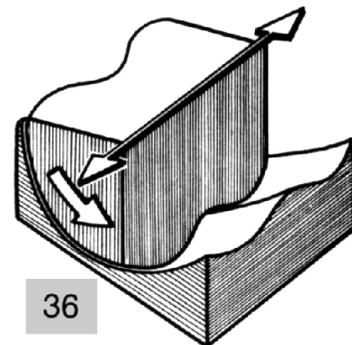
32



33



35



36

Streckmuskeln des Ellenbogengelenks

Die Streckung des Ellenbogengelenks wird nur durch einen Muskel, den *M. triceps brachii* (Abb. 38), ausgeführt. Obwohl von DUCHENNE DE BOULOGNE besonders erwähnt, ist der *M. anconeus* (A) aufgrund seines geringen Streckmomentes funktionell wenig bedeutsam.

Der *M. triceps brachii* besteht aus drei Muskelbäuchen, die mittels einer gemeinsamen Sehne am Olekranon inserieren.

Die drei Bäuche des Muskels haben unterschiedliche Ursprünge.

- Das Caput mediale (1) entspringt auf der Rückseite des Humerus unterhalb des Sulcus nervi radialis.
- Das Caput laterale (2) entspringt an der Diphysenaußenseite gleich oberhalb des Sulcus nervi radialis.

Beide Bäuche sind eingelenkig.

- Das Caput longum (3), das nicht am Humerus, sondern in Höhe des Tuberculum infraglenoidale der Scapula entspringt, ist zweigelenkig. Die Wirkung des *M. triceps brachii* ist abhängig von der Beugstellung des Ellenbogengelenks.
- In Streckstellung (Abb. 39) ist die Muskelkraft in Einzelvektoren zerlegbar. Der zentrifugale Vektor C hat das Bestreben, den Ellenbogen nach dorsal zu luxieren; der tangentielle Vektor T als streckende Komponente ist größer.
- Bei einer leichten Beugung von 20° bis 30° (Abb. 40) geht der zentrifugale Vektor gegen Null und die Streckwirkung des Muskels ist gleich der gesamten Muskelkraft. Bei leichter Beugung entwickelt der Muskel seine größte Effektivität.
- Mit zunehmender Beugung (Abb. 41) verringert sich die wirksame Komponente T um den Betrag des zentripetalen Vektors C.
- Bei maximaler Beugung (Abb. 42) wird der theoretische Verlust an Effektivität dadurch kompensiert, daß die Trizepssehne um das Olekranon geführt wird wie über ein Hypo-

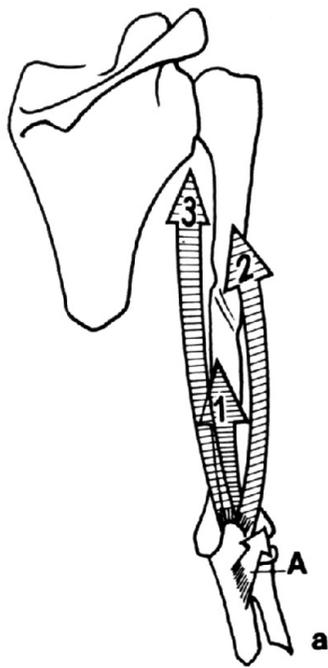
mochlion. Darüber hinaus sind die Muskelfasern weitestmöglich vorgedehnt, so daß die Kontraktionskraft des Muskels maximal ist.

Die Wirksamkeit des langen Trizepskopfes wie auch des gesamten *M. triceps* hängt von der Stellung des Schultergelenks ab. Hier kommt die Zweigelenkigkeit des Muskels zum Ausdruck (Abb. 43).

Es ist leicht festzustellen, daß der Abstand zwischen Ursprung und Ansatz des langen Trizepskopfes bei einer Beugung von 90° am größten ist. Der Oberarm steht vertikal, das Ellenbogengelenk verbleibt in gleicher Beugstellung. Die Kreissektoren mit den Zentren Humeruskopf (1) und Ursprung des langen Trizepskopfes (2) decken sich nicht, sondern divergieren. Blicke die Länge des Trizepskopfes unverändert, so würde der Ansatzpunkt bei O' liegen; das Olekranon jedoch befindet sich bei O₂. Demzufolge wird der Muskel passiv um den Betrag O' O₂ gedehnt. Die Kraft des *M. triceps* ist also größer bei Anteversion im Schultergelenk; der lange Kopf „überträgt“ förmlich einen Teil der Kraft der im Schultergelenk antevertierenden Muskeln (klavikuläre Anteile der *Mm. pectoralis minor* und *deltoideus*) auf die Streckung des Ellenbogengelenks. Sehr kraftvoll wirkt der Muskel bei gleichzeitiger Streckung in Schulter- und Ellenbogengelenk (aus jeweils 90° Anteversion bzw. Flexion), so z. B. bei einem Beilschlag.

Die Kraft des *M. triceps brachii* ist hingegen klein bei gestrecktem Ellenbogengelenk und Anteversion im Schultergelenk, beispielsweise bei einem nach vorn gerichteten Fausthieb. Vom Muskel wird zur gleichen Zeit Gegensätzliches verlangt. Er soll der Dehnung bei der Anteversion nachgeben und sich für die Streckung des Ellenbogengelenks kontrahieren.

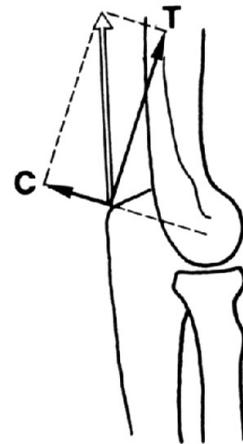
Erinnert sei schließlich daran, daß der lange Trizepskopf mit dem *M. latissimus dorsi* gemeinsam im Schultergelenk adduziert (s. S 70).



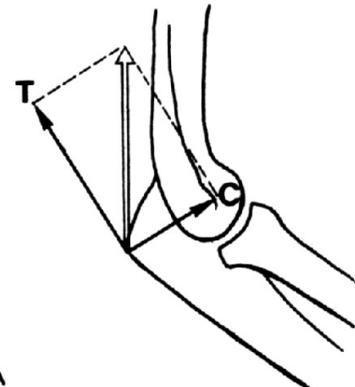
38



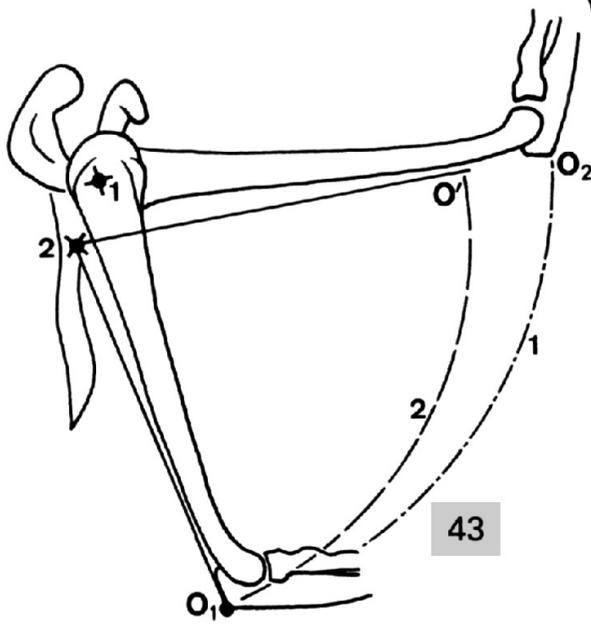
39



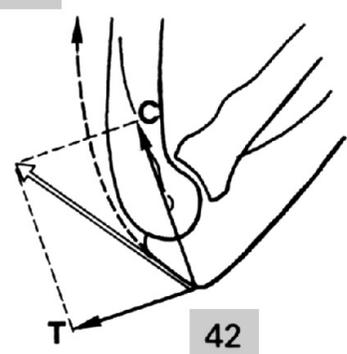
40



41



43



42

Bewegungsamplituden der Halswirbelsäule

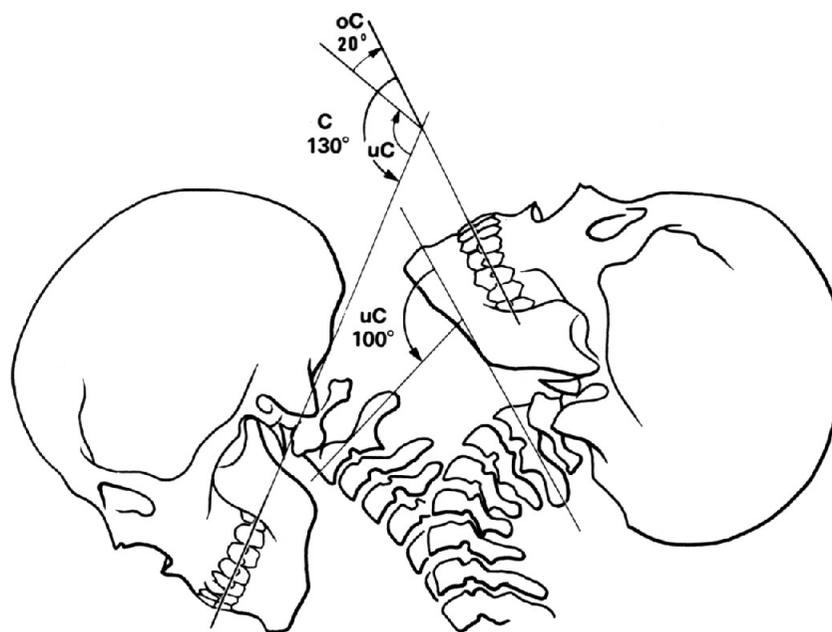
Der Vergleich von seitlichen Röntgenaufnahmen in extremer Beuge- und Streckstellung (Abb. 60) macht folgendes deutlich:

- Die Beuge-Streckamplitude beträgt für die untere Halswirbelsäule (uC) 100–110°.
- Für die gesamte Halswirbelsäule ist das Beuge-Streckmaß (C) 130° (Okklusionsebene als Referenz).
- Durch Subtraktion ist die Beuge-Streckamplitude für die obere Halswirbelsäule (oC) zu ermitteln (20–30°).

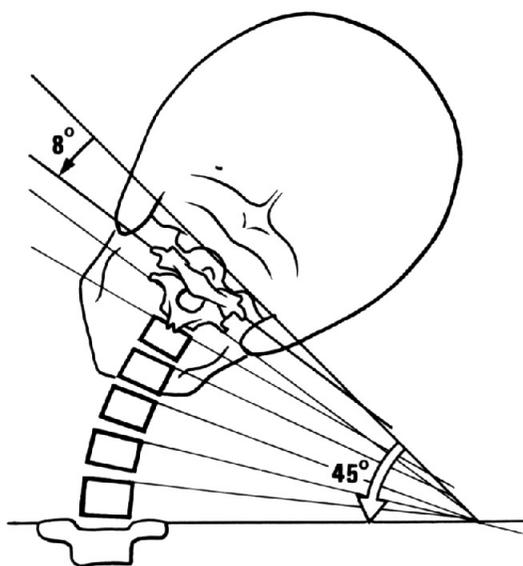
Die Amplitude der Lateralflexion ist an anterior-posterioren Röntgenaufnahmen (Abb. 61) zu er-

mitteln. Sie beträgt etwa 45° zu jeder Seite. Eine durch die Querfortsätze des Atlas gezeichnete Gerade schneidet die Gerade, die die Spitzen der Warzenfortsätze verbindet. Der Winkel von etwa 8° gibt das Maß der Seitneigung der oberen Halswirbelsäule, genauer das des Kopfes gegenüber dem Atlas, an.

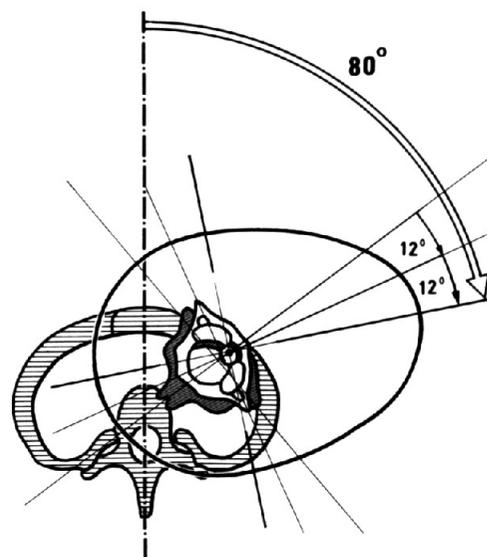
Das Ausmaß der Drehung ist schwieriger bestimmbar, vor allem das zwischen zwei benachbarten Wirbeln (Abb. 62). Die maximale Drehung des Kopfes beträgt etwa 80–90° zu jeder Seite. Hiervon entfallen 12° auf das obere und 12° auf das untere Kopfgelenk.



60



61



62