

Eine Abgrenzung normaler und dysplastischer jugendlicher Hüftgelenke durch den Hüftwert

R. BRÜCKL, W. R. HEPP und D. TÖNNIS

Orthopädische Klinik und Orthopädische Poliklinik der Universität München (Direktor: Prof. Dr. A. N. Witt) und Orthopädische Klinik der Städtischen Krankenanstalten Dortmund (Direktor: Privatdozent Dr. D. Tönnis)

Eingegangen am 14. April 1972

Differentiation of Normal and Dysplastic Juvenile Hip-joints by Means of the Summarized Hip Factor

Summary. Several geometrical values concerning 1779 hip-joints of patients between 5 and 20 years of age have been measured and evaluated. The material has been grouped into 8 different age levels. For each group detailed statistical analysis has been performed.

Differential diagnosis of normal towards slightly dysplastic hip-joints could be made based on the evaluation of exactly performed plane radiographs of the pelvis. Thus we were able to give directives for the interpretation of difficult findings. The introduction of the so-called summarized hip factor has proved a helpful criterium, since it is representative for shape and development of the hip-joint without requiring special roentgenograms.

Zusammenfassung. An 1779 Hüftgelenken von Jugendlichen zwischen 5 und 20 Jahren wurden mehrere geometrische Größen in 8 einzelnen Altersstufen gemessen. Für jede Altersgruppe wurden Mittelwerte, einfache Streuungen und statistische Verteilungen errechnet und unter verschiedenen Aspekten ausgewertet.

Wir konnten an Hand von exakt ausgeführten Beckenübersichtsaufnahmen den Grenzbereich zwischen normalen und dysplastischen Hüftgelenken analysieren und Richtwerte für die Beurteilung schwieriger Befunde geben. Die Einführung des Hüftwertes erwies sich als günstiges Kriterium, zumal er ohne Spezialaufnahmen die Form und Ausbildung des Hüftgelenkes erfaßt.

Einleitung

Die Erkennung und Behandlung der Hüftdysplasie ist für den Orthopäden von zentraler Bedeutung, nachdem gezeigt werden konnte, daß durch möglichst frühzeitige Diagnose und Therapie in einem hohen Prozentsatz der Fälle eine anatomische Heilung erzielt und eine sonst schicksalhafte präarthrotische Deformität vermieden wird (Hilgenreiner; Putti; Hackenbroch; Freyka; Haberler; Pitzen; Ortolani; Klopfer; Erlacher; Albert; Chiari; Pavlik; Kaiser; Schlegel; Witt; Mittelmeier; Schultheiss; Becker; Hoffmann-Daimler; u. a.).

Eine ausgeprägte Hüftdysplasie kann meistens schon durch die klinische Untersuchung, spätestens durch eine Beckenübersichtsaufnahme erkannt werden. Schwierig ist es mit den sogenannten Grenzfällen. Oft entscheidet das subjektive Empfinden des Untersuchers, ob es sich noch um ein normales oder schon um ein dysplastisches Hüftgelenk handelt und ob eine Behandlung erforderlich ist. Spezialaufnahmen könnten weiterhelfen, sind aber oft nicht vorhanden.

Zahlreiche Autoren haben versucht, Hüftgelenksveränderungen an Hand von Röntgenbildern meßtechnisch zu erfassen (Horvath; Weber; Hilgenreiner; Francillon; Faber; Grosse; Wiberg; Pitzen; Rohleder; Massie u. Horworth; Idelberger u. Frank; Coleman; Lefranc; Müller; Kaiser; Stracker; Tönnis; Brussatis; Schultheiss; Tönnis u. Brunken; u. a.). Ein solches Verfahren ist bei der „zweidimensionalen Schwarz-Weiß-Reduktion“ problematisch, aber prinzipiell möglich, und bringt unter streng einzuhaltenden Bedingungen objektive Kriterien zur Beurteilung eines Befundes. Gerade im Grenzbereich zwischen „normal“ und „dysplastisch“ kann eine Beckenübersichtsaufnahme nicht mit einem Blick erfaßt und bewertet werden. Diese oft geübte subjektive Betrachtungsweise ist nicht zuverlässig genug und der Beurteilung nach objektiven, exakt definierten, jederzeit reproduzierbaren und vergleichbaren geometrischen Größen unterlegen. Durch statistisch-analytische Auswertung größerer Meßreihen läßt sich unter geeigneten Voraussetzungen eine Abgrenzung „normaler“ und „dysplastischer“ Hüftgelenke finden. Dies gelang Tönnis u. Brunken mit Hilfe des Pfannendachwinkels, den sie bei 2294 kindlichen Hüftgelenken im Alter von 1—2 Monaten bis 7 Jahren bestimmten und daraus für die verschiedenen Altersstufen den Mittelwert und die Standardabweichung errechneten. Dieses Zahlenmaterial sollte nun auf höhere Altersstufen ergänzt und erweitert werden. Als neue Meßmethode verwendeten wir den Hüftwert (Busse *et al.*).

Untersuchungsgut, Meßgrößen und Meßtechnik

An Hand von technisch einwandfreien Beckenübersichtsaufnahmen aus dem Röntgenarchiv der Orthopädischen Klinik München wurden 1779 Hüftgelenke von Kindern und Jugendlichen zwischen 5 und 20 Jahren beurteilt und gemessen, alle Meßdaten und klinischen Bemerkungen auf Lochkarten übertragen und unter Verwendung eines TR₄-Rechners im Leibniz-Rechenzentrum, München, ausgewertet. Röntgenaufnahmen mit stärkerer Beckenneigung und Beckendrehung schieden aus, ebenso Aufnahmen, zu denen kein Krankenblatt vorhanden war, desgleichen Hüften, an denen bereits operative Eingriffe vorgenommen worden waren oder bei denen die Konstruktion der Meßgrößen nicht möglich war (schlechte Aufnahmetechnik, verschwommenes Gelenkbild bei akuten und chronischen Entzündungen, Luxationen 3. Grades, schwere Gelenkdestruktionen u. a.), und schließlich Hüftaufnahmen von Spastikern und Poliomyelitikern. Die Beckenübersichtsaufnahmen stammten von Patienten mit mehr oder weniger ausgeprägten Hüftdysplasien und von Kindern und Jugendlichen, die wegen der verschiedensten Ursachen geröntgt wurden, z. B. bei familiärer Belastung zum Ausschluß einer Dysplasie, bei Hüftschmerzen, Gangstörungen, traumatischen Einwirkungen u. a.

Aus der Vielzahl der vorgeschlagenen Konstruktionsverfahren haben wir bewährte Methoden übernommen, diese auf ihre Aussagefähigkeit überprüft und durch die Einführung des Hüftwertes ergänzt. Um das Verständnis der folgenden Ausführungen nicht zu erschweren, seien sie hier kurz aufgeführt und besprochen.

1. Der Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner (PDW)

Er wird in der Weise konstruiert, daß man durch die Y-Fuge eine Gerade zieht, welche den am meisten nach caudal ragenden Punkten beider Darmbeinschaulen anliegt. Diese Gerade bildet beidseits den einen Schenkel, der andere entsteht durch die Verbindungslinie der genannten Punkte mit dem jeweils am weitesten nach lateral vorspringenden Teil des Pfannendachs. Worauf bei der Festlegung dieses Punktes besonders zu achten ist, haben Tönnis u. Brunken angegeben. Als stereometrisches Gebilde ändert der Pfannendachwinkel von Hilgenreiner seine Röntgen-

projektion zwangsweise bei vermehrter Beckenkipfung oder -aufrichtung (Faber; Rohleder; Pitzten; Kaiser; Tönnis; Brussatis) sowie seitlicher Beckendrehung (Weber; Tönnis; Brussatis). Unserer Erfahrung nach ist er innerhalb der von Tönnis u. Brunken angegebenen Grenzen (Beckendrehungsindex, Symphysensitzbeinwinkel) ein gutes Maß für die Beurteilung und Beobachtung des Pfannendaches in der Zeit des ersten Lebensjahrzehnts und vielfach darüber hinaus.

2. Der Pfannendachwinkel nach Idelberger u. Frank (ACM-Winkel)

Er ist gegenüber dem vorgenannten relativ unabhängig von abweichenden Beckenstellungen, ebenfalls einfach in der Konstruktion — sofern sich die Fixpunkte gut aufsuchen lassen — und außerdem in allen Altersstufen für beide Hüftgelenke gesondert anwendbar. Die Konstruktion des ACM-Winkels benützt als Punkt *A* die uns schon bekannte Stelle am Pfannenerker, als Scheitelpunkt *C* den Ort, wo die in *M* errichtete Mittelsenkrechte auf die Strecke *AB* den Pfannenboden trifft, wobei *B* nach Angaben der Autoren anatomisch mit dem tiefsten Punkt des unteren Pfannenrandes am Ende der *Facies lunata* identisch ist, und zwar soll das die Stelle sein, „an welcher der Pfannenrand durch die *Incisura acetabuli* unterbrochen wird“. Röntgenologisch stellt sich der Bezugspunkt *B* „entweder als kleine, aufgehellte Incisur oder als weißer Punkt dar“. Diese Stelle genau festzulegen bereitete auch uns in einigen Fällen Schwierigkeiten, vornehmlich bei Aufnahmen von Jugendlichen unter 10 Jahren. Dennoch ist dieser Winkel eine brauchbare und praktische Größe für die Beurteilung der Pfannenausbildung.

3. Der Zentrum-Ecken-Winkel von Wiberg (CE-Winkel) und seine Modifikation, der SCE-Winkel

Seine Konstruktion bezieht den Femurkopf mit ein und kann näherungsweise als Maß für die Ausnutzung der Pfanne durch den Hüftkopf gelten.

Mit Hilfe des Röntgen-Ischiometers von Müller kann er direkt abgelesen werden, wenn der Hüftkopf einigermaßen rund ist und das Kopffzentrum durch die konzentrischen Ringe bestimmt werden kann. Bei stärkeren Kopfdeformierungen „Kopf-in-Nacken-Lage“ (Jansen), „Dogenmützenform“ (Putti), Pilzform, Walzenform, Papageienkopf u. ä. muß die von Wiberg angegebene Konstruktion modifiziert werden, um das Kopffzentrum zu finden. Da für die Druckübertragung und Gelenkmechanik entscheidend die Ausbildung des Pfannendaches und des ihm unterstellten Femurkopfsegmentes sowie die Kongruenz zwischen beiden ist, betrachten wir für die Festlegung eines Kopffzentrums nur den Teil des *Caput femoris*, der in der Belastungszone liegt.

Als Rahmenkonstruktion dient die von Idelberger u. Frank zur Bestimmung des ACM-Winkels angeführte Methodik. Das Lot in *M* auf die Strecke *AB* teilt die Pfanne in eine obere und eine untere Hälfte. Die Begrenzungslinien der oberen Pfannenhälfte sind die Strecken *MA* und *MC*. An die Stelle, wo sie die Kopfkalotte verlassen, legen wir die Bestimmungspunkte einer Sekante. Da der Kreismittelpunkt stets auf der Mittelsenkrechten einer beliebigen Sekante liegt, mußte auch das Femurkopffzentrum auf der Mittelsenkrechten dieser Sekante zu finden sein (Abb. 1). Es war nun keine Schwierigkeit, mit dem Röntgen-Ischiometer von Müller so lange an dieser Mittelsenkrechten entlangzufahren, bis sich einer der

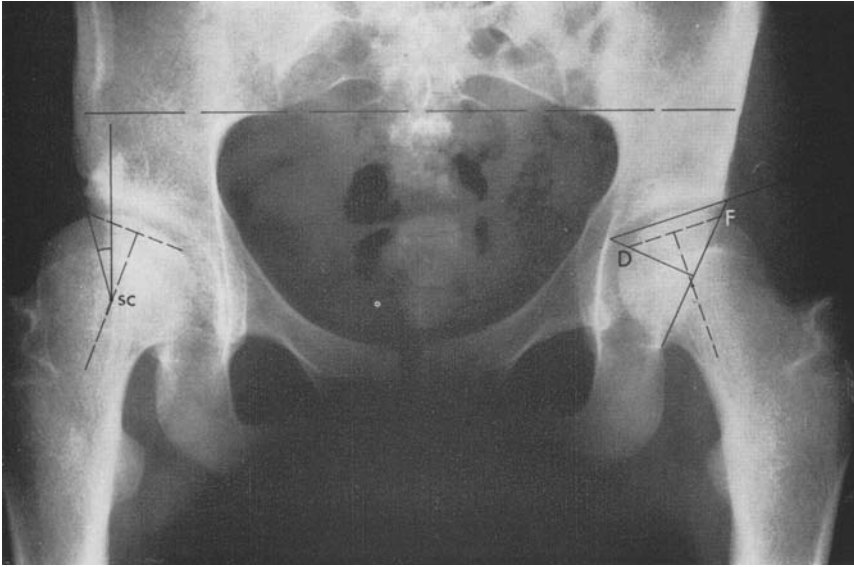


Abb. 1. Beispiel für die Konstruktion des SCE-Winkels

konzentrischen Kreise mit dem Bogensegment des Hüftkopfes deckte. Auf diese Weise fanden wir das statische Kopfczentrum SC (static center) und konnten dann den SCE-Winkel ablesen. Das statische Kopfczentrum stimmt bei normalen bis leicht dysplastischen Hüften mit Wiberg „center of the femoral head“, welches er ausschließlich für die Beurteilung des Pfannendaches und der Kopfstellung, nicht aber der Kopfgröße und -form benutzte, überein.

4. Die Dezentrierungsstrecke „ d “

Die Verbindung des statischen Kopfczentrums SC mit dem Mittelpunkt M der Geraden AB nannten wir Dezentrierungsstrecke „ d “. Sie erfaßt die durch den Hüftkopf hervorgerufene Inkongruenz, die Dezentrierung von Kopf und Pfanne und entscheidet bei kleinem SCE-Winkel, ob eine mangelhafte Ausbildung des Pfannendaches, eine Dezentrierung oder eine Subluxation vorliegt.

Daneben wurden auch die Entfernung des SC vom Pfannenerker E , die Strecke AB und bei vorhandenem Hilgenreiner-Winkel die Länge seines oberen Schenkels gemessen. Bildet man für diese Strecken die Differenz von einem zum nächsthöheren Mittelwert, addiert sie und teilt sie durch 3, so ergibt sich für den Übergang von einer zur anderen Altersstufe ein bestimmter Wachstumsquotient, der als Maß für die Hüftgelenksentwicklung gelten kann.

5. Der Hüftwert

Jede der hier beschriebenen Größen charakterisiert einen Teilaspekt eines Hüftgelenkes. Als Maß für die Gelenkform soll eine neue Größe eingeführt werden, der sogenannte Hüftwert, der sich gleichbedeutend aus dem ACM- und dem SCE-Winkel und der Dezentrierungsstrecke „ d “ zusammensetzt und sowohl Ausbildung

und Ausnutzung der Pfanne wie auch Stellung von Kopf zur Pfanne erfaßt (Busse). Der Hüftwert (HW) eines normalen Hüftgelenkes soll 10 sein; alle Hüftgelenke sollen positive Hüftwerte haben. Busse definiert: $HW = A + B + C + 10$, wobei

$$A = \cdot \sqrt{3} \frac{ACM - \text{Mittelwert von ACM}}{\text{Streuung von ACM}},$$

$$B = \cdot \sqrt{3} \frac{\text{Mittelwert von SCE} - SCE}{\text{Streuung von SCE}},$$

$$C = \cdot \sqrt{3} \frac{d - \text{Mittelwert von } d}{\text{Streuung von } d}.$$

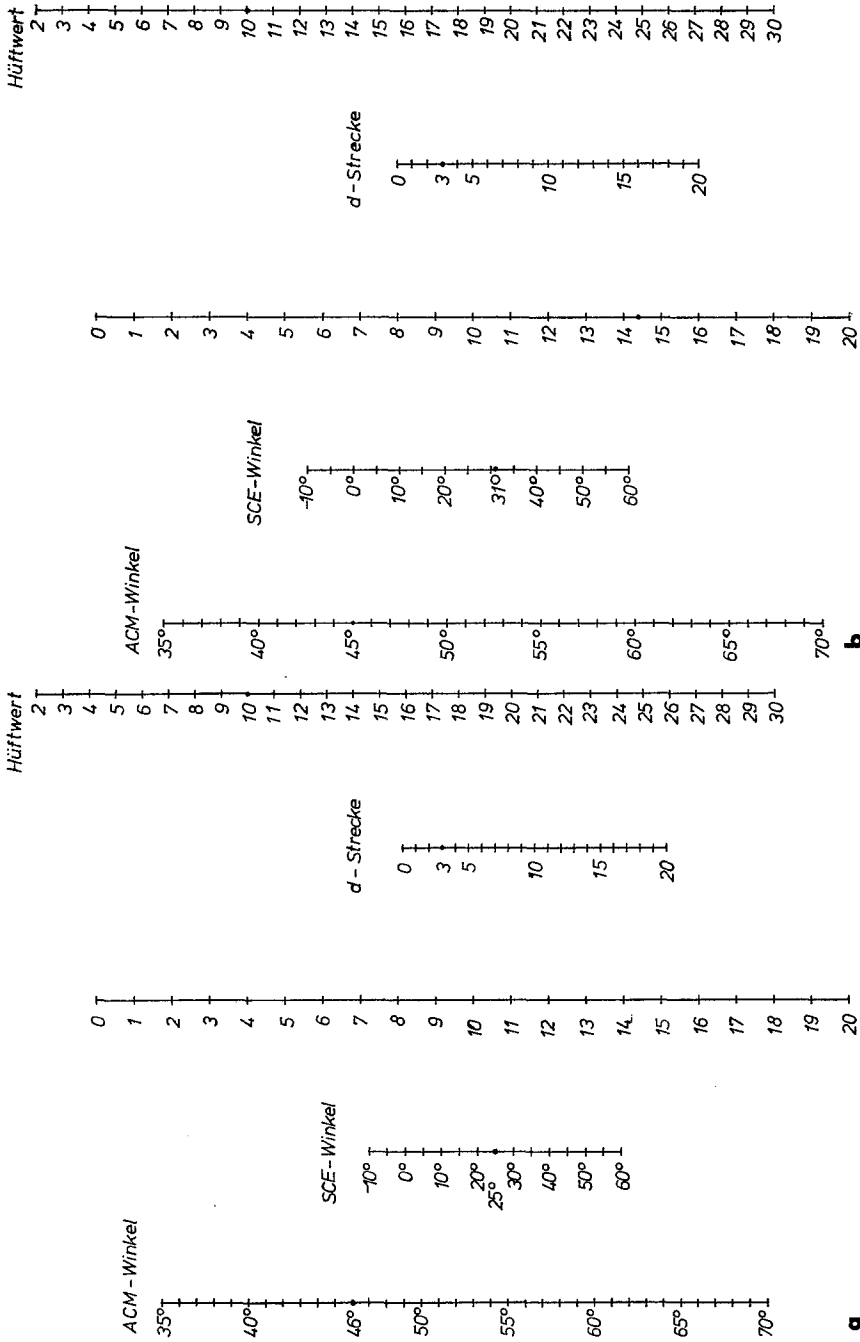
Mittelwerte und Streuungen wurden mit dem Computer berechnet. Für die raschere und bequemere Ermittlung des Hüftwertes haben wir für 4 Altersstufen je ein Nomogramm aufgestellt (a—d).

Unsere Winkel- und Streckenmessungen sollten uns nach statistischen Methoden die Grenzen zwischen „normal“ und „dysplastisch“ zeigen. Zwar beurteilten wir jedes Röntgenbild auch mit einem sogenannten „klinischen Blick“, doch war es nicht unsere Zielvorstellung, durch subjektive Entscheidung eine Sortierung in „normale“ und in „dysplastische“ Hüften durchzuführen mit einer Gruppe von Grenzfällen zur Erleichterung des Gewissens und durch die anschließende Messung dieser Gruppenbildung in etwa zu bestätigen. Aus diesem Grund vermieden wir zunächst auch den Begriff „normal“ und sprachen von „physiologisch“ in der Bedeutung von „funktionell normal“, d. h., diese Hüftgelenke hatten zum Zeitpunkt der Röntgenuntersuchung keine klinisch faßbaren Veränderungen. Als „pathologisch“ bezeichneten wir entsprechend eine Hüfte, die zum Zeitpunkt der Anfertigung des zugehörigen Röntgenbildes entweder Schmerzen, Einschränkung der Beweglichkeit oder röntgenologische Coxarthrosezeichen bot. Unter „Dysplasie“ verstanden wir eine kongenitale Formabweichung von Hüftpfanne und bzw. oder -kopf sowie Anomalien in der Stellung beider artikulierender Teile zueinander. Selbstverständlich fallen nicht alle pathologischen Hüften in die Gruppe der Dysplasie, denn Schmerzen und Bewegungseinschränkungen können auch andere Ursachen haben als eine Dysplasiearthrose, z. B. durch akute entzündliche Prozesse hervorgerufen werden bzw. durch Coxarthrosen anderer Genese, durch Traumata, Insertionstendopathien u. v. a.

Um einerseits Veränderungen der Meßwerte infolge des Wachstums zu berücksichtigen und andererseits auch zahlenmäßig repräsentative Werte zu bekommen, unterteilten wir das Untersuchungsgut in 8 verschiedene Altersgruppen. Insgesamt gelangten schließlich 1256 „physiologische“ und 523 „pathologische“ Hüftgelenke zur Auswertung, wobei angenommen werden mußte, daß sowohl bei den „physiologischen“ als auch bei den „pathologischen“ Hüftgelenken solche mit Dysplasien enthalten waren, häufiger natürlich in der letzteren Gruppe.

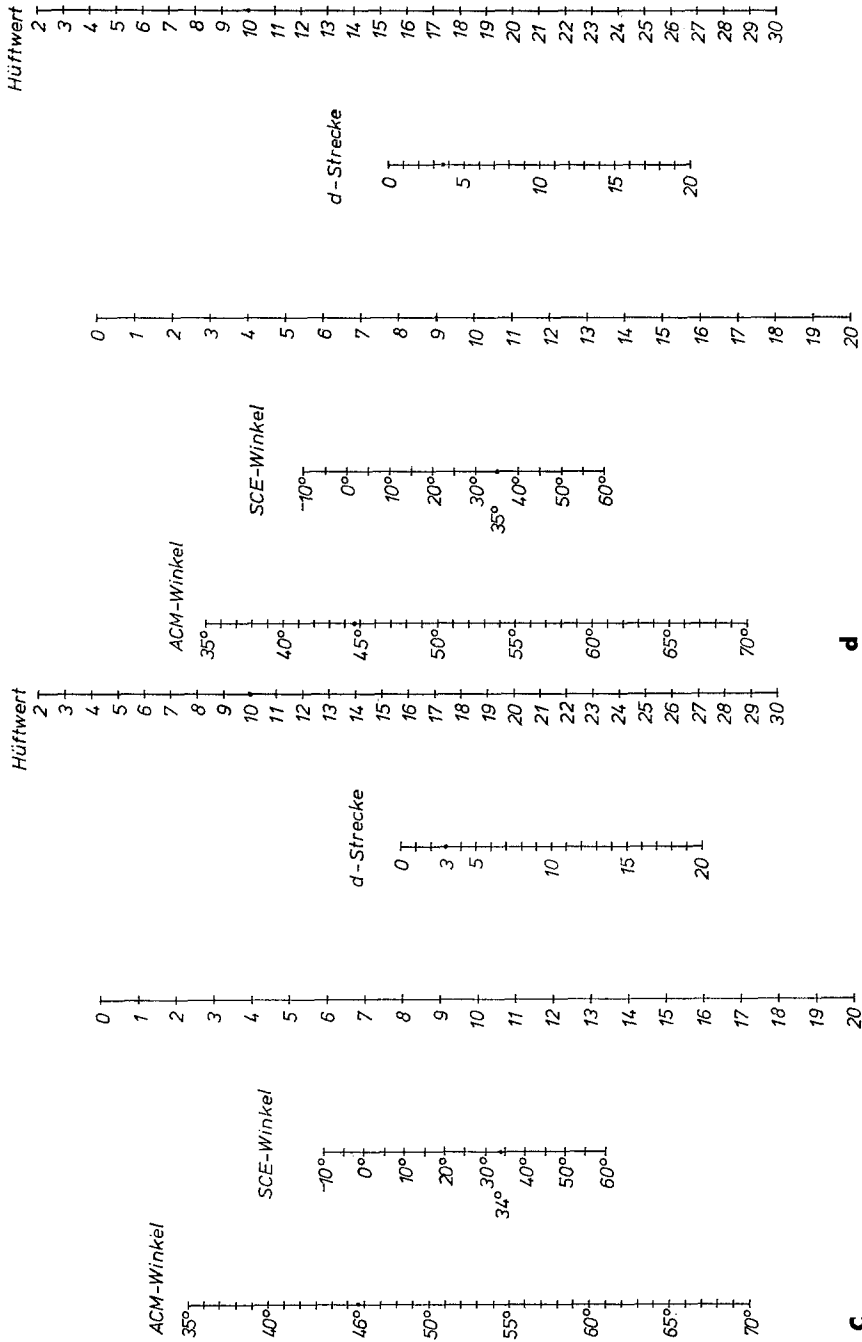
Untersuchungsergebnisse

Betrachten wir die Verteilung der physiologischen und pathologischen Hüftgelenke nach den verschiedenen Meßgrößen, so ergibt sich für



a) den Pfannendachwinkel (PDW),

daß dieser bei den Mädchen bis zur Verknöcherung der Y-Fuge laufend abnimmt, bei den Jungen nur bis zum Ende des 10. Lebensjahres, von da an ist vorüber-



c Nomogramm zur Ermittlung des Hüftwertes bei Jugendlichen im Alter von: c 13 bis 16, d 17 bis 20 Jahren

gehend ein leichter Anstieg zu verzeichnen (Abb. 2). In der Altersstufe VI (15 und 16 Jahre) beträgt der PDW bei ihnen wiederum 9° mit einer Standardabweichung von 4,2° (vgl. dazu Tönnis u. Brunken).

2*

Tabelle 1. *Mittelwert des Pfannendachwinkels, unterschieden in weiblich/männlich für 5 Altersgruppen unter Angabe der einfachen Standardabweichungen*

Alter	Mädchen	Anzahl	Jungen	Anzahl
5 + 6	13,7 ± 3,7	106	12,7 ± 3,7	80
7 + 8	12,0 ± 4,1	74	11,3 ± 4,4	64
9 + 10	10,7 ± 3,9	114	9,1 ± 3,8	56
11 + 12	9,7 ± 3,9	78	10,3 ± 3,1	44
13 + 14	9,6 ± 4,5	16	11,1 ± 5,7	38

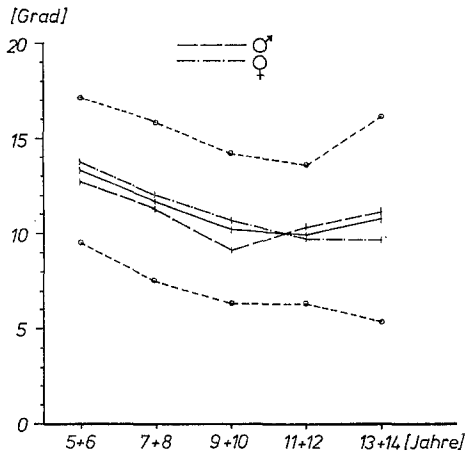


Abb. 2. Darstellung der Pfannendachwinkel-Mittelwerte von Mädchen und Jungen mit der einfachen Standardabweichung für den Gesamtmittelwert

Diese verzögerte Pfannendachabrundung bei den Jungen könnte mit der Ausbildung der massigeren Hüftköpfe zusammenhängen; allgemein macht sich hier ein größerer Wachstumsschub in der Ausgestaltung des gesamten Beckens bemerkbar, der offensichtlich das Einsetzen der Pubertät anzeigt. Bei den Mädchen ist dieser Prozeß nicht so deutlich und eher abgeschlossen. Spätestens im Alter von 14 Jahren verknöchert hier die Y-Fuge. Von 20 meßbaren Pfannendachwinkeln der Gruppe VI (15 und 16 Jahre) stammt nur noch ein einziger von einem weiblichen Becken.

In der Altersstufe I (5 und 6 Jahre) liegen 15% der physiologischen und 82% der pathologischen Hüftgelenke außerhalb der oberen S-Grenze; ihre Pfannendachwinkel sind also größer, als der Bereich Mittelwert + Standardabweichung umfaßt. In den beiden nächsten Altersgruppen macht dieser Anteil 16,5 und 71% sowie 21,8 und nahezu 100% der meßbaren Pfannendachwinkel aus. Diese Reihe läßt sich nicht weiter verfolgen, da in den höheren Altersgruppen nur noch vereinzelt Pfannendachwinkel pathologischer Hüftgelenke gemessen werden können, die Anzahl der Meßwerte und damit die Aussagefähigkeit abnimmt. In beiden Serien ist mit fortschreitendem Alter eine Zunahme der Dysplasie zu verzeichnen, bei den physiologischen Hüftgelenken nur gering — hier entspricht der Prozentsatz der außerhalb der oberen S-Grenze liegenden Pfannendachwinkel annähernd

dem einer Normalverteilung —, bei den pathologischen ganz erheblich; für die Altersstufe III (9 und 10 Jahre) muß sogar gesagt werden, daß hier die Pfannendachfehlbildung in fast allen Fällen zumindest eine Teilursache der Pathogenität darstellt.

Die subjektive Beurteilung der Röntgenbilder versah in der Altersstufe I 4,3% der physiologischen und 67% der pathologischen Hüftgelenke mit der Bemerkung „Dysplasie“ oder „Grenzwert“. Entsprechend lagen die Werte in den höheren Altersgruppen bei 12,3 und 62% und 7,6 und 86%. Andererseits erhielten die Beurteilung „dysplastisch“ auch 13% der physiologischen Hüften der Altersgruppe II, in der 9,1% der pathologischen Hüftgelenke einen Pfannendachwinkel innerhalb des Bereichs Mittelwert \pm Standardabweichung hatten.

Die Abweichungen in diesen Zahlenangaben lassen sich folgendermaßen erklären: Einmal ist es für das betrachtende Auge schwierig, nur an Hand einer Beckenübersichtsaufnahme zu entscheiden, ob eine Dysplasie vorliegt oder nicht. Abduktions-Innenrotations- und Antetorsions-Aufnahmen würden schon einen besseren Eindruck vermitteln, liegen aber oft nicht vor. Auch ist die Pfannendachausbildung nur ein Aspekt der Hüftdysplasie. Zum Beispiel liegen bei den Altersgruppen I und II nach der Pfannendachwinkelverteilung 66,7 und 69,7% der physiologischen Hüftgelenke mit der Bemerkung „Coxa valga“ innerhalb des Bereiches Mittelwert \pm Standardabweichung und nur 16,7 und 19,6% im Bereich über S. Betrachten wir aber diesen bei den ersten drei Altersgruppen in aufsteigender Reihe, so ergibt sich folgendes Bild: 16,7% der physiologischen und 82% der pathologischen Hüftgelenke im Alter von 5 und 6 Jahren, 19,6 und 74% sowie 30,4 und 100% in den beiden nächsten Altersgruppen liegen oberhalb der einfachen Standardabweichung.

Die Richtigkeit der Diagnose „Coxa valga“ einmal angenommen, heißt das, daß nicht jede Steilstellung des coxalen Femurendes mit einer Pfannendachdysplasie vereint ist und umgekehrt, daß aber bei längerem Bestehen derselben ein ursächlicher Zusammenhang zwischen beiden evident wird, wie die ansteigenden Prozentzahlen sowohl bei den physiologischen als auch bei den pathologischen Hüftgelenken zeigen.

b) Der ACM-Winkel

Nach der Verteilung dieses Winkels liegen im Mittel 15,1% der physiologischen Hüftgelenke über dem Bereich Mittelwert \pm Standardabweichung und 15,7% darunter, was ungefähr einer Normalverteilung entspricht. Legt man die gefundenen Mittelwerte und Standardabweichungen (Tabelle 2) auch für die Verteilung der pathologischen Hüftgelenke zugrunde, so befinden sich im Durchschnitt 75,5% bei ihnen über der Grenze Mittelwert + Standardabweichung und nur mehr 1,3% unter dem Bereich Mittelwert—Standardabweichung. Bei den pathologischen Hüftgelenken zeigt sich also eine starke Rechtsverschiebung zu höheren Winkeln hin, was wieder einer stärkeren Dysplasie entspricht. Nehmen wir einmal an, die obere S-Linie wäre die Grenze zwischen „normal“ und „dysplastisch“, dann müßten nach der Aussage des ACM-Winkels 75,5% aller pathologischen Hüftgelenke auch dysplastisch sein.

Hier zeigen sich bereits bemerkenswerte Unterschiede zu den Aussagen des Hilgenreinerschen Pfannendachwinkels: Während dieser mit fortschreitendem

Tabelle 2. Mittelwerte des ACM-Winkels, unterschieden in männlich/weiblich für 8 Altersgruppen unter Angabe der einfachen Standardabweichungen

Alter	Mädchen	Anzahl	Jungen	Anzahl	Alle	Anzahl
5 + 6	45,9 ± 2,7	106	46,8 ± 2,8	80	46,3 ± 2,7	186
7 + 8	45,0 ± 1,9	76	45,6 ± 2,9	64	45,3 ± 2,4	140
9 + 10	44,3 ± 2,3	128	45,6 ± 2,1	60	44,7 ± 2,3	188
11 + 12	45,2 ± 2,6	92	45,7 ± 2,3	46	45,4 ± 2,5	138
13 + 14	45,2 ± 2,8	68	46,9 ± 2,5	66	46,1 ± 2,8	134
15 + 16	44,1 ± 2,7	77	47,0 ± 1,7	43	45,1 ± 2,8	120
17 + 18	44,0 ± 3,2	56	45,9 ± 2,4	38	44,8 ± 3,0	94
19 + 20	43,2 ± 2,5	56	45,6 ± 2,8	54	44,4 ± 2,9	110

Alter eindeutig eine Zunahme der Pfannendachdysplasie beschreibt, gibt jener in allen 8 Altersgruppen annähernd gleiche Werte an. Vergleichen wir zudem seine Mittelwerte mit denen des Hilgenreinerschen Winkels in den entsprechenden Altersstufen, so müssen wir feststellen, daß sie nur eine geringe Abwärtsbewegung ausführen, der ACM-Winkel also weniger Auskunft gibt über wachstumsbedingte Veränderungen am Pfannendach, wenngleich zugestanden werden muß, daß sich die beschriebenen Wachstumsschübe in der Pubertätszeit auch hier leicht abzeichnen.

Dieser Winkel reagiert in seiner komplexen Konstruktion mit drei Fixpunkten eher auf Veränderungen des gesamten Acetabulums als auf die des Pfannendaches allein, d. h., er ist eher ein Maß für die Tiefe der Gelenkpfanne als für die Abrundung des Pfannendaches. Bewegungen des Pfannenerkers beeinflussen bei ihm über die Strecke *AB* und deren Mittelsenkrechte erst sekundär den Wert des Winkels, während sie beim Hilgenreinerschen Winkel direkt von dessen oberem Schenkel registriert werden. Vergleichen wir Streuungen der Mittelwerte und Standardabweichungen bei beiden Winkeln, so läßt sich aus der Tatsache, daß diese Werte beim Pfannendachwinkel von Hilgenreiner durchschnittlich um 66% bei den physiologischen bzw. um 55% bei den pathologischen Hüften höher sind als die des ACM-Winkels, ebenfalls folgern, daß jener größeren Streuungen unterliegt, also „sensibler“ ist. Da der ACM-Winkel mit dem Wachstum nur geringe Veränderungen erfährt, erscheint es erlaubt, sämtliche Werte aus den 8 Altersgruppen in einer Graphik zusammenzufassen (Abb. 3).

Bei den pathologischen Hüftgelenken erhielten 85,7% die Bemerkung „dysplastisch“ oder „Grenzwert“. Von diesen liegen nach der Verteilung des ACM-Winkels im Durchschnitt 81,2% über dem Bereich Mittelwert + Standardabweichung. Das sind 69,5% aller pathologischen Hüftgelenke.

Nicht nur dieser gemittelte Wert kommt der oben genannten Zahl von 75,5% sehr nahe, sondern auch die Einzelwerte in den jeweiligen Altersgruppen sind einander sehr ähnlich. Diese Übereinstimmung besagt einmal, daß sich der Betrachter bei der Beurteilung einer Dysplasie mehr nach der ganzen Hüftgelenkpfanne als nach dem Pfannendach alleine richtet, und zum zweiten, daß diejenigen Hüftgelenke auf jeden Fall deformiert sind, die der ACM-Winkel als solche kennzeichnet.

Die in der Tabelle 2 aufgeführten Mittelwerte ergeben zusammen einen Durchschnittswert von $45,32 \pm 3,08^\circ$; d. h. — die Richtigkeit der Diagnose „Dysplasie“ vorausgesetzt —, daß bereits Hüftgelenke mit ACM-Winkeln über 48° und nicht

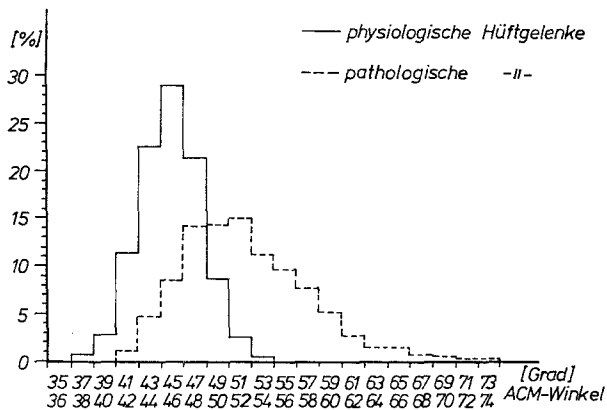


Abb. 3. Verteilung der ACM-Winkel von 1110 physiologischen und 523 pathologischen Hüftgelenken; Abszisse: Winkelgrade, Ordinate: prozentuale Häufigkeit

erst über 52° , wie von Idelberger u. Frank angegeben, als dysplastisch oder dysplasieverdächtig anzusehen sind. Bezeichnenderweise liegt nämlich der Mittelwert der ACM-Winkel von 708 Hüftgelenken mit der Beurteilung „dysplastisch“ oder „Grenzwert“ bei $50,8^\circ$. Ähnlich ergeben 827 Hüftgelenke mit der Bemerkung „Coxa valga“ einen ACM-Winkel-Mittelwert von $48,2^\circ$. 15,2% bei 308 physiologischen und 72,5% bei 408 pathologischen Hüftgelenken mit der Bezeichnung „Coxa valga“ haben einen ACM-Winkel über dem Bereich Mittelwert + Standardabweichung, im Durchschnitt also über 48° .

Wie die Abb. 4 zeigt, besteht zwischen dem Pfannendachwinkel von Hilgenreiner und dem ACM-Winkel von Idelberger u. Frank zwar eine statistische Beziehung, sie beschreiben ja auch annähernd das gleiche, jedoch ist die Streuung der Werte so groß, daß die Aufstellung einer linearen Abhängigkeit zwischen beiden Winkelgrößen nicht zu vertreten ist¹. Damit können auch über die Pubertätszeit hinaus keine sicheren Rückschlüsse vom ACM-Winkel auf den dann nicht mehr meßbaren Pfannendachwinkel gezogen werden, was für wichtige Verlaufsbeobachtungen und darauf gestützte Prognosen hätte von Vorteil sein können.

c) Der SCE-Winkel

Auch nach dieser Größe weisen die physiologischen Hüftgelenke annähernd eine Normalverteilung auf. Im Mittel liegen 15,2% von ihnen außerhalb der unteren und 16,0% außerhalb der oberen Standardabweichung.

Beim SCE-Winkel ist jedoch im Gegensatz zu den anderen von uns verwendeten Meßgrößen der Bereich unterhalb der unteren S-Linie besonders interessant: denn eine Zunahme der Dysplasie drückt sich hier ja in den niedrigeren Winkelwerten aus. Überträgt man die bei den physiologischen Hüftgelenken gefundenen Mittelwerte und Streuungen (Tabelle 3) wieder auf die pathologischen Gelenke, so fallen

¹ Eine einfache lineare Regression (Maximum-Likelihood-Methode) ergab folgende Werte: Korrelationskoeffizient 0,34, Regressionskoeffizient PD-Winkel bez. ACM-Winkel: 0,54, Regressionskoeffizient ACM-Winkel bez. PD-Winkel 0,21.

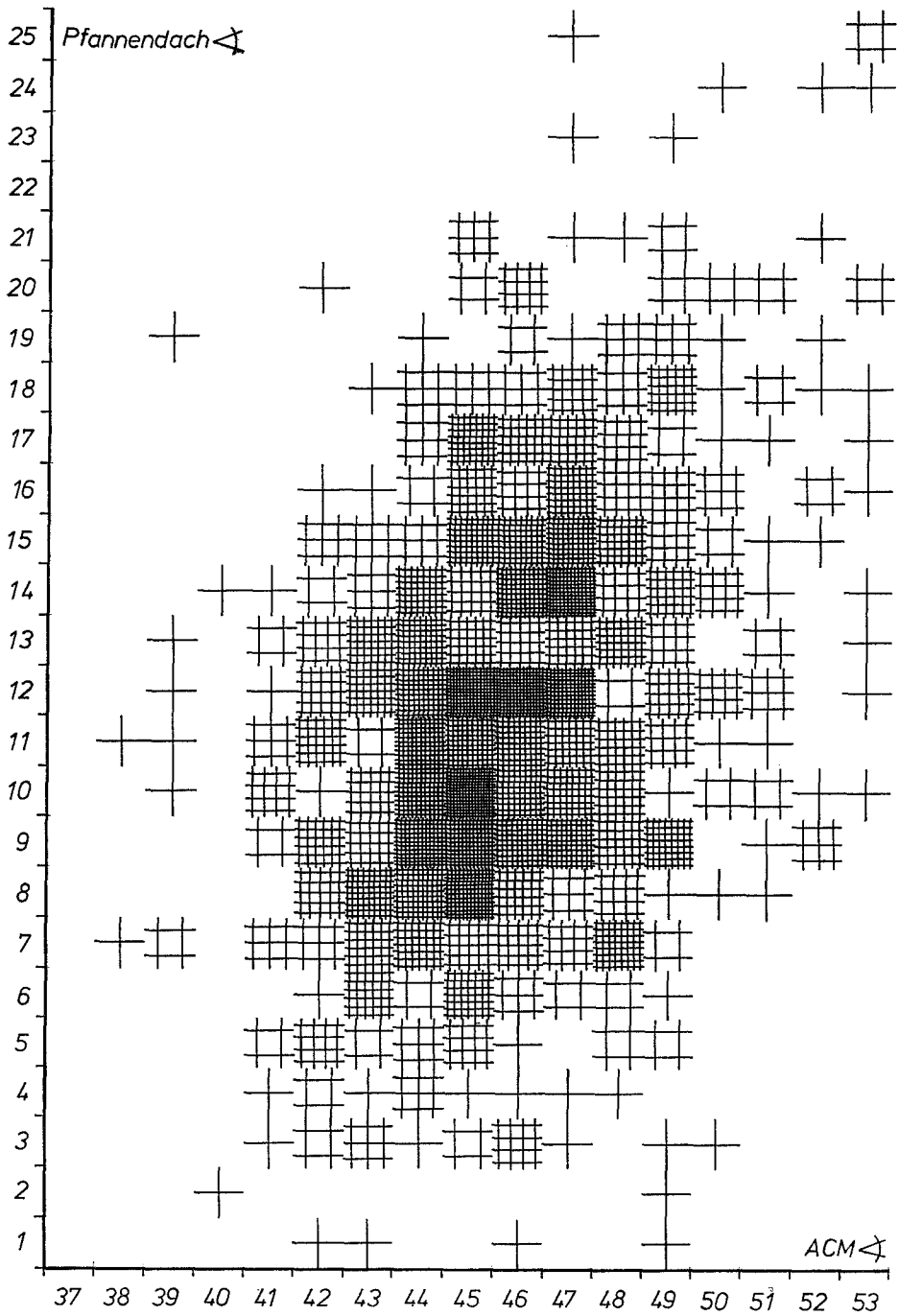


Abb. 4. Verteilung der gemeinsamen Pfannendach- und ACM-Winkel von 772 physiologischen Hüftgelenken. Jedes Hüftgelenk ist durch einen waagerechten und einen senkrechten Strich dargestellt

Tabelle 3. Mittelwerte des SCE-Winkels, unterschieden in weiblich/männlich für 8 Altersgruppen unter Angabe der einfachen Standardabweichungen

Alter	Mädchen	Anzahl	Jungen	Anzahl
5 + 6	23,5 ± 6,0	106	24,0 ± 6,6	80
7 + 8	26,5 ± 6,2	76	25,5 ± 6,0	64
9 + 10	30,5 ± 4,7	128	30,5 ± 4,6	60
11 + 12	32,7 ± 5,4	92	30,6 ± 4,7	46
13 + 14	34,2 ± 4,8	68	33,0 ± 6,3	66
15 + 16	34,9 ± 6,1	77	35,2 ± 4,9	43
17 + 18	33,5 ± 5,4	56	37,1 ± 6,0	38
19 + 20	35,5 ± 5,3	56	35,1 ± 4,3	54

im Durchschnitt 82% von ihnen unter die untere und nur mehr 1,2% über die obere S-Linie. Gleichmaßen liegen die SCE-Winkel im Mittel bei 51,6% von insgesamt 161 physiologischen und 87,5% von insgesamt 448 pathologischen Hüftgelenken mit der Bemerkung „dysplastisch“ oder „Grenzwert“ unterhalb der unteren S-Linie. Von 308 physiologischen und 408 pathologischen „Coxa valga“-Hüftgelenken liegen im Mittel 22,1 bzw. 81,1% unter der unteren S-Grenze. Verglichen mit den entsprechenden Werten beim ACM-Winkel weisen diese Ergebnisse den SCE-Winkel als eine sensiblere Größe hinsichtlich der Hüftgelenksdeformierung, vor allem der Pfannendachdysplasie, aus. Seine Standardabweichungen und Mittelwertstreuungen sind sogar größer als die des Pfannendachwinkels von Hilgenreiner in vergleichbaren Altersstufen (Tabelle 1).

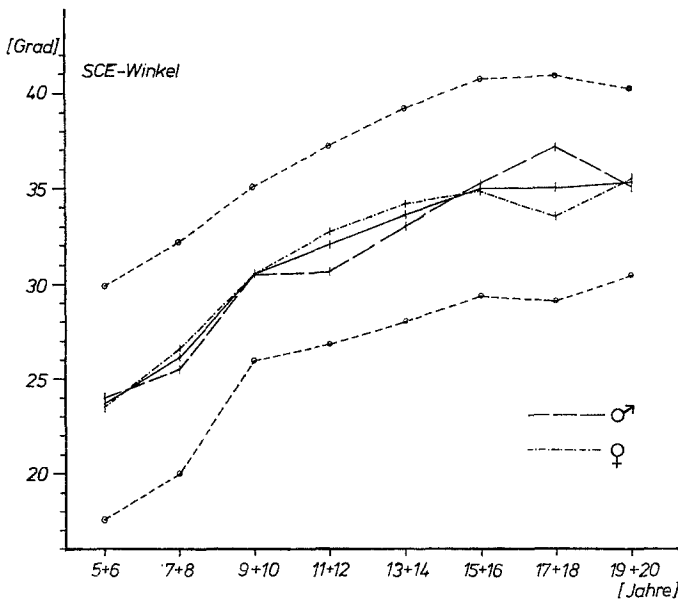


Abb. 5. Darstellung der SCE-Winkel-Mittelwerte von Mädchen und Jungen mit der einfachen Standardabweichung für den Gesamt-Mittelwert

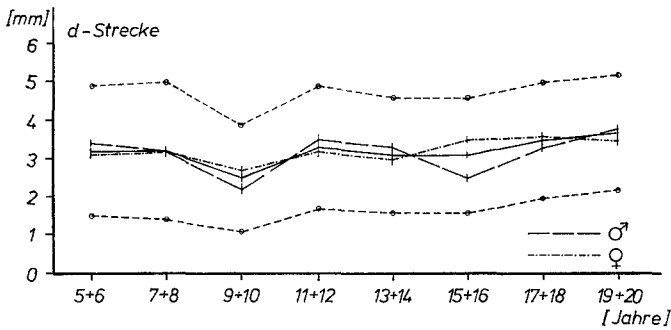


Abb. 6. Darstellung der Mittelwerte der Dezentrierungsstrecke von Mädchen und Jungen mit der einfachen Standardabweichung für den Gesamt-Mittelwert

Der SCE-Winkel sollte deshalb in noch stärkerem Maße in die Diagnostik der Hüftdysplasie aufgenommen werden, zumal er auch wachstumsbedingte Veränderungen am Pfannendach erfaßt, da sein beweglicher Schenkel direkt die Ausladung des Pfannenerkers berücksichtigt. Die Differenz zwischen dem Mittelwert der Altersstufe I und dem der Altersstufe VIII beträgt immerhin $11,6^\circ$ (Abb. 5).

d) Die Dezentrierungsstrecke „d“

Betrachten wir die Mittelwertkurve dieser Größe (Abb. 6), so fällt zunächst eine nach unten gerichtete Zacke, die durch hervorstechend niedrige Werte in der Altersgruppe 9 und 10 Jahre zustande kommt, besonders auf. Die Entfernung des SC vom Pfannenmittelpunkt M ist in diesem Alter am kürzesten, und zwar bei beiden Geschlechtern. Ein zweites nicht ganz so deutliches „Dezentrierungsminimum“ läßt sich etwas später feststellen, für Mädchen im Alter von 13 und 14 Jahren, für Jungen eine Altersgruppe höher. Diese zeitliche Verschiebung bei gleichem Ausgangspunkt erinnert an das bereits zum Hüftpfannenwachstum Gesagte, in dessen Verlauf sich zwei größere Schübe abzeichnen: der erste gemeinsam zwischen 5 und 8 Jahren, der zweite bei den Mädchen zwischen 9 und 12, bei den Jungen zwischen 11 und 14 Jahren. Gerade auf diese Abschnitte verstärkten Wachstums folgt jeweils ein Stadium mit besserer Zentrierung von Hüftkopf und -pfanne.

Tabelle 4. Mittelwerte der Dezentrierungsstrecke „d“, unterschieden in weiblich/männlich für 8 Altersgruppen unter Angabe der einfachen Standardabweichungen

Alter	Mädchen	Anzahl	Jungen	Anzahl
5 + 6	3,1 ± 1,8	106	3,4 ± 1,7	80
7 + 8	3,2 ± 1,4	76	3,2 ± 2,1	64
9 + 10	2,7 ± 1,3	128	2,2 ± 1,5	60
11 + 12	3,2 ± 1,4	92	3,5 ± 1,9	46
13 + 14	3,0 ± 1,3	68	3,3 ± 1,8	66
15 + 16	3,5 ± 1,3	77	2,5 ± 1,5	43
17 + 18	3,6 ± 1,7	56	3,3 ± 1,1	38
19 + 20	3,5 ± 1,5	56	3,8 ± 1,6	54

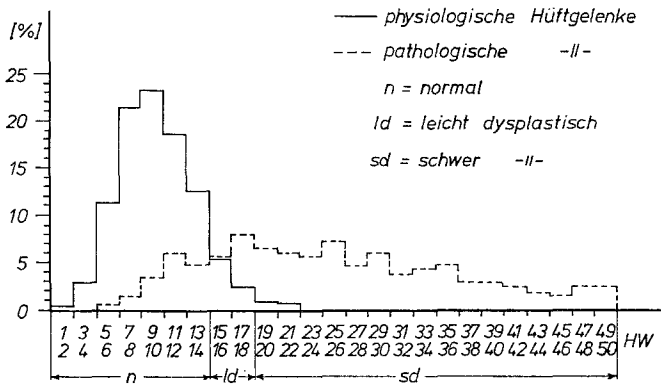


Abb. 7. Verteilung der Hüftwerte von 1110 physiologischen und 523 pathologischen Hüftgelenken mit den Bereichen *n* normal, *ld* leicht dysplastisch und *sd* schwer dysplastisch. Abszisse: Hüftwerte, Ordinate: prozentuale Häufigkeit

Abgrenzung zwischen normalen und dysplastischen Hüftgelenken

In der Abbildung über die Verteilung sämtlicher ACM-Winkel (Abb. 3) tritt der Bereich zwischen 47° und 51° besonders hervor. Während die physiologischen Hüftgelenke stark zurückgehen, nehmen die pathologischen zu und erreichen gerade hier ihren Maximumpunkt. Am Verlauf beider Verteilungskurven ist zu erkennen, daß bei allen pathologischen Hüftgelenken von dieser Stelle an die Dysplasie als primäre Ursache der Beschwerden angesehen werden muß. Irgendwo in diesem Grenzbereich liegt also der Übergang vom normalen zum deformierten Hüftgelenk. Bei einer ausreichenden Anzahl von Meßwerten läßt sich die Abgrenzung rein statistisch durchführen. Mit Hilfe des Vier-Felder-Tests (χ^2 -Tests) kann man nämlich feststellen, wann für die einzelnen Meßgrößen und den Hüftwert gerade ein signifikantes Überwiegen pathologischer Werte auftritt. Um aber genügend Meßdaten zu bekommen, mußten wir für diesen Zweck die ursprünglich 8 Altersgruppen auf 4 zusammenfassen. Dabei kamen wir zu folgenden Ergebnissen (Tabelle 5).

Die Grenze für den Hüftwert fanden wir in allen 4 Altersgruppen der Tabelle 5 einheitlich bei ≥ 15 (> 14), was gemäß seiner Definition auch zu erwarten war. Bestimmend für die Größe des Hüftwertes ist ja hauptsächlich die Differenz des absoluten Meßbetrages zum jeweiligen Mittelwert der einzelnen Meßgröße, in dem wachstumsbedingte Veränderungen schon registriert sind. Somit bleibt beim Hüftwert die Grenze und der Mittelwert gleich.

Im Alter von 5—8 Jahren z. B. weist also ein Pfannendachwinkel über 15° , ein ACM-Winkel über 49° , ein SCE-Winkel unter 20° , eine Dezentrierungsstrecke über 5 mm und ein Hüftwert über 14 auf eine Dysplasie des Hüftgelenkes hin.

Physiologische Hüftgelenke, die mit ihren Meßwerten innerhalb der in Tabelle 5 angegebenen Grenzen liegen oder einen Hüftwert unter 15 haben, bezeichnen wir als *normal*.

Für alle dysplastischen Gelenke außerhalb dieser Grenzen läßt sich eine Einteilung finden, wenn man untersucht, wie weit sich die Werte der physiologischen

Hüftgelenke maximal verteilen. 99% von ihnen liegen jeweils unter folgenden Grenzen:

	Jahre			
	5 mit 8	9 mit 12	13 mit 16	17 mit 20
ACM.-W.	< 53°	52°	53°	52°
SCE.-W.	> 11°	20°	21°	21°
„d“-Str.	< 9 mm	8 mm	7 mm	8 mm
Hüftwert	< 21	20	19	19
Pd.-W.	< 25°			

Als *leicht dysplastisch* bezeichnen wir nun alle Hüftgelenke, die zwischen diesen und den vorhergehenden Grenzen (Tabelle 5) liegen, als *schwer dysplastisch* alle Hüftgelenke mit Werten oberhalb dieser Einteilung.

Eine besondere Form des Hüftgelenkes, die wie die Dysplasie als Präarthrose zu werten ist, stellt die sog. tiefe Pfanne und die Protrusio acetabuli dar. 45 physiologische Hüftgelenke, deren Pfannen röntgenologisch als tief auffielen, hatten einen mittleren Hüftwert von 6,2. Da definitionsgemäß der Hüftwert aller Altersstufen normalerweise im Mittel 10 beträgt, können wir bei Jugendlichen die Grenzen des physiologischen Hüftwertes bei 6 und 14 ziehen.

Die Verlässlichkeit des Hüftwertes im Vergleich zu den übrigen Größen prüfen wir durch folgende Überlegung: Diejenige Größe, welche jeweils die meisten der pathologischen Hüftgelenke auch als dysplastisch kennzeichnet und von diesen

Tabelle 5. Die Abgrenzung mit den Mittelwerten und Streuungen aus der Zusammenfassung von jeweils 2 Altersgruppen

Anzahl	Mittelwert	Streuung	Grenze
5 mit 8 Jahre			
ACM-W. 326	45,9 ± 2,7		≧ 50 (> 49°)
SCE-W. 326	24,7 ± 6,3		≦ 19 (< 20°)
„d“-Str. 326	3,2 ± 1,7		≧ 6 (> 5 mm)
Pd.-W. 324	12,6 ± 4,0		≧ 16 (> 15°)
9 mit 12 Jahre			
ACM-W. 326	45,0 ± 2,4		≧ 47 (> 46°)
SCE-W. 326	31,1 ± 5,0		≦ 25 (< 26°)
„d“-Str. 326	2,9 ± 1,5		≧ 5 (> 4 mm)
13 mit 16 Jahre			
ACM-W. 254	45,6 ± 2,8		≧ 48 (> 47°)
SCE-W. 254	34,3 ± 5,7		zwischen 26 und 30 (< 30°)
„d“-Str. 254	3,1 ± 1,5		≧ 6 (> 5 mm)
17 mit 20 Jahre			
ACM-W. 204	44,6 ± 3,0		≧ 48 (> 47°)
SCE-W. 204	35,1 ± 5,4		zwischen 26 und 30 (< 30°)
„d“-Str. 204	3,6 ± 1,5		≧ 7 (> 6 mm)

Tabelle 6
Bewertung der Dysplasie aller pathologischen Hüftgelenke durch die einzelnen Meßgrößen

	Jahre							
	5 mit 8		9 mit 12		13 mit 16		17 mit 20	
	Anzahl							
	153		151		124		95	
	d	sd	d	sd	d	sd	d	sd
ACM-Winkel	67,4	38,0	84,1	46,4	83,0	46,7	74,7	52,6
SCE-Winkel	69,3	30,1	84,8	63,0	89,5	73,4	88,4	74,7
„d“-Strecke	56,2	35,3	79,5	55,0	83,1	71,8	79,0	66,4
Hüftwert	68,7	44,5	85,5	72,3	92,8	79,1	91,6	77,9
Anzahl	144							
Pd.-Winkel	84,0	31,3						

d = dysplastisch = leicht und schwer dysplastisch; sd = schwer dysplastisch; Ergebnisse in Prozent der Anzahl.

wiederum die meisten als schwer dysplastisch, muß die beste sein; denn es geht ja nicht allein darum, die Deformierung selbst, sondern auch deren Fortschreiten möglichst frühzeitig zu erkennen (Tabelle 6).

Insgesamt gesehen erfüllt der Hüftwert beide Forderungen am besten, obwohl ihm der SCE-Winkel in der Diagnose der Dysplasie allein sehr nahe kommt, und der Pfannendachwinkel sogar weit überlegen ist, zumindest im frühkindlichen Alter. Das war auch zu erwarten; denn zweifellos ist die Dysplasie des Pfannendaches mit Abstand das sicherste Zeichen einer Hüftdysplasie, wenn man nur eine Beckenübersichtsaufnahme zur Beurteilung hat. Es empfiehlt sich daher, eine Pfannendachdysplasie durch den Hilgenreinerschen Winkel unter den von Tönnis u. Brunken aufgestellten Anwendungsbedingungen zu sichern, für die weitere Beobachtung aber auch den Hüftwert zu Hilfe zu nehmen. Wie wichtig das gerade für Hüftgelenke im Übergangsbereich zwischen normal und dysplastisch ist, zeigt folgendes Ergebnis: 56 Hüftgelenke mit der bei der Betrachtung des Röntgenbildes getroffenen Bezeichnung „Grenzwert“ haben einen mittleren Hüftwert von 15,3. Diese Zahl scheint auf den ersten Blick hin mit der errechneten Hüftwertgrenze von ≥ 15 sehr gut übereinzustimmen. Betrachten wir aber physiologische und pathologische Hüftgelenke getrennt voneinander, so ergibt sich doch ein beachtlicher Unterschied in der Beurteilung nach dem röntgenologischen Aspekt: Der mittlere Hüftwert von 25 physiologischen Hüftgelenken mit der Bemerkung „Grenzwert“ beträgt nämlich 12,4. Nur 5 von ihnen haben einen Hüftwert von ≥ 15 . Das Verhältnis normal: dysplastisch ist also 4:1. Der mittlere Hüftwert der restlichen 31 pathologischen Hüftgelenke beträgt jedoch 18,0. Von ihnen haben 24 einen Hüftwert bei oder über 15, das Verhältnis normal:dysplastisch ist hier also 1:3,5. Wäre die Beurteilung „Grenzwert“ objektiv erfolgt, müßten beide Verhältnisse ausgeglichen sein, d. h., es müßten in beiden Fällen etwa gleich viele Hüftgelenke normal und dysplastisch sein. Die Umkehrung dieser Relation bei den pathologischen Hüftgelenken beweist nicht nur das Fehlen eines „Normalbildes“ beim betrachtenden Auge, sondern spricht sogar für eine gewisse

„Adaptation“, wenn größere Anzahlen von Röntgenbildern annähernd gleich guter oder schlechter Hüftgelenke bewertet werden sollen.

Betrachtet man die klinische Symptomatik der Hüftdysplasie, so ergibt sich nach den Krankenblattunterlagen folgendes Bild: Die schmerzlose Bewegungseinschränkung nimmt von 5 bis 20 Jahren ab, die schmerzhafte Bewegungsbehinderung dagegen etwa im gleichen Ausmaß zu. Dieser Entwicklung entsprechend tritt auch das Kriterium „intermittierende Schmerzen“ mit zunehmendem Alter häufiger auf.

Einschränkungen der Beweglichkeit in einzelnen Richtungen verhalten sich in zeitlicher Hinsicht unterschiedlich. Im Alter von 5 und 6 Jahren ist die schmerzlose Rotationsbehinderung die häufigste und damit in der Mehrzahl der Fälle auch die Art der Beweglichkeitsstörung, die als erste auftritt; danach ist die Behinderung in der Ab- und Adduktionsrichtung am meisten vertreten, und später die Kombination von beiden. Im statistischen Mittel läßt diese Reihenfolge auch eine direkte Beziehung zu stärker werdenden Hüftgelenksdeformierungen erkennen. Die zuletzt genannte Kombination ist bezeichnenderweise auch die häufigste Form der schmerzhaften Bewegungseinschränkung. Wir konnten sie in einem Drittel der Fälle feststellen.

Hüftgelenke mit schmerzloser Beweglichkeitseinschränkung zeigen nicht nur mit dem Übergang von der Beweglichkeitsstörung in einer bestimmten Richtung in die einer Kombinationsform, sondern auch mit fortschreitendem Alter eine Zunahme der Dysplasie.

Ebenso lassen Hüftgelenke, bei denen über eine längere Zeit intermittierende Schmerzen bestehen, eine Verschlechterung der Gelenkdeformation erkennen. Bezüglich des Schmerzbeginns lassen sich zwei Bereiche abgrenzen, in denen vermehrt Schmerzen zum erstenmal auftreten: das ist das Alter von 11—14 und von 17—18 Jahren. In diesen Abschnitten sind auch Hüftgelenke mit Zeichen beginnender Coxarthrose häufiger. Es erscheint daher angezeigt, gleich beim ersten Auftreten von Schmerzen sorgfältigst nach früharthrotischen Zeichen zu forschen.

Die sogenannte Dysplasiecoxarthrose setzt im allgemeinen erst bei einem bestimmten Grad der Deformierung ein und ist normalerweise mit anderen pathologischen Zeichen kombiniert, die lange Zeit vorausgegangen sein können. Daher sollte u. E. mit operativen Maßnahmen bei nur fraglich dysplastischen Hüftgelenken unbedingt bis zum ersten Auftreten von Schmerzen gewartet werden. Bei sicherer Dysplasie sollten aber im Kleinkindesalter die guten Ergebnisse der Acetabuloplastik in Verbindung mit der intertrochanteren Detorsionsvarisierungsosteotomie ausgenützt werden, da nur zu dieser Zeit bei entsprechender Technik eine weitgehende Normalisierung des Gelenkes möglich ist.

Literatur

- Albert, E.: Dysplasie und Hüftarthrose. *Z. Orthop.* **82**, 33 (1952).
 Becker, F.: Prophylaxe und Frühbehandlung der kongenitalen Dysplasie des Hüftgelenkes. *Arch. orthop. Unfall-Chir.* **55**, 218 (1963).
 Becker, F.: Die konservative Behandlung der Hüftdysplasie und Hüftverrenkung. *Z. Orthop.* **106**, 173 (1969).
 Brussatis, F.: Zur Indikation der Pfannendachplastik „Beckenosteotomie, Pfannendachplastik“. Intern. Symposium Basel, Hrsg. G. Chapchal. Stuttgart: Thieme 1965.

- Busse, J., Gasteiger, W., Tönnis, D.: Die Bedeutung des Hüftwerts für die Diagnose und Prognose deformierter Hüftgelenke. *Arch. orthop. Unfall-Chir.* **72**, 245 (1972).
- Busse, J., Gasteiger, W., Tönnis, D.: Eine neue Methode zur röntgenologischen Beurteilung eines Hüftgelenkes — Der Hüftwert. *Arch. orthop. Unfall-Chir.* **72**, 1 (1972).
- Chiari, K.: Ergebnisse der Frühbehandlung der angeborenen Hüftgelenksverrenkung. *Arch. orthop. Unfall-Chir.* **45**, 644 (1953).
- Coleman, S. S.: Diagnosis of congenital dysplasia of the hip in newborn infant. *J. Amer. med. Ass.* **162**, 548 (1956).
- Faber, A.: Das Röntgenbild des Hüftgelenks beim Säugling. *Verh. dtsh. orthop. Ges., Beiheft Z. Orthop.* **67**, 251 (1938).
- Francillon, M. R.: Ischiometrische Untersuchungen bei Osteochondritis dissecans coxae. *Z. orthop. Chir.* **57**, 392 (1932).
- Freyka, B.: Prävention der angeborenen Hüftgelenksverrenkung durch Abduktionspolster. *Wien. klin. Wschr.* **91**, 523 (1941).
- Grosse, H.: Über die Unterschiede der Ossifikationsstörung des Pfannendachs und der proximalen Femurepiphyse bei männlicher und weiblicher Hüftverrenkung. *Z. Orthop.* **69**, 75 (1939).
- Haberler, G.: Neue Erkenntnisse der angeborenen Hüftgelenksverrenkung und ihrer Behandlung. *Z. Orthop.* **75**, 38 (1945).
- Hackenbroch, M.: Die kongenitale Minderwertigkeit des Hüftgelenkes. *Verh. dtsh. orthop. Ges., Beiheft Z. Orthop.* **66**, 117 (1937).
- Hilgenreiner, H.: Zur Frühdiagnose und Frühbehandlung der angeborenen Hüftgelenksverrenkung. *Med. Klin.* **21**, 1385 (1925).
- Hilgenreiner, H.: Zur angeborenen Dysplasie der Hüfte. *Z. Orthop.* **69**, 30 (1939).
- Hoffmann-Daimler, S.: Die Frühdiagnostik und Frühtherapie der Hüftdysplasie. In memoriam K. Lindemann, Hrsg. G. Jentschura. Mannheim: Boehringer 1968.
- Horvath, M.: Beiträge zur Pathologie der angeborenen Hüftverrenkung. *Z. Orthop.* **22**, 441 (1908).
- Idelberger, K., Frank, A.: Neue Methoden zur Bestimmung des Pfannendachwinkels. *Z. Orthop.* **82**, 571 (1952).
- Kaiser, G.: Die angeborene Hüftluxation. Jena: Fischer 1958.
- Keller, G.: Zur Frühdiagnose und -therapie der Hüftdysplasie. *Z. Orthop.* **106**, 577 (1969).
- Lefranc: Zit. in M. Fèvre: Enquête sur le dépistage précoce des luxations congénitales de la hanche. *Bull. Inst. nat. Hyg. (Paris)* **12**, 767 (1957).
- Massie, W. K., Horworth, B.: Congenital dislocation of the hip. *J. Bone Jt Surg.* **32-A**, 519 (1950).
- Mittelmeier, H.: Beitrag zur funktionellen Therapie und Spontanreposition der angeborenen Luxationshüfte mit Spreizhöschen und Pavlikbandage. *Arch. orthop. Unfall-Chir.* **52**, 465 (1961).
- Müller, M. E.: Ischiométrie radiologique. *Rev. Orthop.* **42** (1956).
- Ortolani, F.: Frühdiagnose und Frühbehandlung der angeborenen Hüftgelenksverrenkung. *Kinderärztl. Prax.* **19**, 404 (1951).
- Pitzen, P.: Frühdiagnose der angeborenen Hüftgelenksverrenkung. *Verh. dtsh. orthop. Ges., Beiheft Z. Orthop.* **79**, 78 (1949).
- Putti, V.: Die Anatomie der angeborenen Hüftgelenksverrenkung. Stuttgart: Enke 1937.
- Rohleder, O.: Zur Röntgenagnostik der Hüftluxation. *Verh. dtsh. orthop. Ges., Beiheft Z. Orthop.* **79**, 95 (1949).
- Schlegel, F. W.: Die angeborene Hüftverrenkung, Bd. IV, S. 69. In: *Handbuch der Orthopädie*. Thieme: Stuttgart 1961.
- Schultheiß, H.: Die Frühbehandlung der Hüftdysplasie durch atraumatische Spreizung. *Beiheft Z. Orthop.* **100** (1965).
- Stracker, O.: Die angeborene Hüftluxation. *Beiheft Z. Orthop.* **95** (1961).
- Tönnis, D.: Über die Änderung des Pfannendachwinkels bei Dreh- und Kippstellungen des kindlichen Beckens. *Z. Orthop.* **96**, 462 (1962).

- Tönnis, D., Brunken, D.: Eine Abgrenzung normaler und pathologischer Hüftpfannendachwinkel zur Diagnose der Hüftdysplasie. *Arch. orthop. Unfall-Chir.* **64**, 197 (1968).
- Tönnis, D., Gasteiger, W., Hepp, R.: Hüftgelenksmessungen bei Jugendlichen und Erwachsenen zur Prognose der Arthrose bei angeborener Hüftdysplasie. *Verh. dtsh. Ges. Orthop. Traum.*, **57**, Kongreß 188 (1971).
- Weber, H.: Über die Neubildung des knöchernen Pfannendaches bei der angeborenen Hüftverrenkung. *Z. orthop. Unfall-Chir.* **25**, 144 (1910).
- Wiberg, G.: Studies on dysplastic acetabular and congenital subluxation of the hip joint. *Acta chir. scand.* **83**, Suppl. 58 (1939).
- Witt, A. N.: Fortschritte in der Behandlung der sogenannten angeborenen Hüftluxation. *Med. Klin.* **56**, 873 (1961).

Priv.-Doz. Dr. D. Tönnis
Orthopädische Klinik
der Städtischen Krankenanstalten
D-4600 Dortmund
Beurhausstraße 40
Bundesrepublik Deutschland

Dr. Reinhard Brückl
Dr. Rüdiger Hepp
Orthopädische Klinik
und orthopädische Poliklinik
der Universität
D-8000 München 90
Harlachinger Straße 51
Bundesrepublik Deutschland