

M. Thiel BSc PT, OMT; M. Richter

Ostseepraxisklinik, Praxis für Physiotherapie und Rehabilitation, Anton-Baumann-Straße 1, 23611 Bad Schwartau, e-mail: physio.thiel@web.de

„Manuelle Medizin“, Heft 1, Februar 2009, Band 47: strony 52-56

Opublikowano online: 6. lutego 2009

Tłumaczenie: Bartosz Sarżyński

Konsultacja medyczna: dr n. med. Janina Słobodzian

Na ile możemy polegać na naszej wiedzy na temat zaburzeń stawu krzyżowo-biodrowego (SKB) i ich wpływu na statykę ciała?

Analiza odpowiedniej literatury

We wszystkich popularnych koncepcjach terapeutycznych dotyczących układu nerwowo-mięśniowo-szkieletowego, takich jak chiropraktyka, osteopatia, medycyna manualna i terapia manualna nie ma zgodności co do czynności oraz ewentualnych zaburzeń¹ stawu krzyżowo-biodrowego (SKB). Prowadzona jest dyskusja na temat klinicznych metod testowania mających na celu diagnozowanie ograniczonej mobilności SKB [7, 8, 13, 17, 25, 34].

W przypadku badań klinicznych nad zaburzeniami SKB i ich wpływem na statykę ciała kwestia zasad opartych na faktach nie jest określona w sposób jednoznaczny. Celem powyższej pracy jest analiza różnych publikacji, z których można ewentualnie wywnioskować oparte na faktach zasady.

Uwzględnia się przy tym prace, których tematem jest następująca problematyka:

- ruchomość i amplituda ruchu w SKB,
- skutki i wpływ asymetrii miednicy,
- kliniczne możliwości diagnozy, dzięki której można stwierdzić czynnościowe zaburzenie SKB oraz

¹ Za zaburzenie uważa się odwracalny brak ruchomości stawu

- metodologia badań dotycząca kwestii wpływu zaburzenia SKB na kręgosłup i/lub statykę ciała.

Material i metody

Za pomocą poniższej strategii wyszukiwania przedstawiamy jak wygląda wyszukiwanie w bazie danych Medline²:

- #1 Search „Scoliosis”[Mesh]³
03:18:52 10,804
- #2 Search „Leg Length Inequality”[Mesh]
03:19:20 2125
- #3 Search „Sacroiliac Joint”[Mesh]
03:19:50 2555
- #4 Search „Body Height”[Mesh]
03:20:19 25,635
- #5 Search („Manipulation, Chiropractic”[Mesh] OR „Manipulation, Orthopedic”[Mesh])
03:21:02 3415
- #6 Search #1 AND #2
03:23:17 69
- #7 Search #6 AND #4
03:23:51 3

² 22.07.2008

³ **Medical Subject Headings (MeSH)** (tłum. medyczne hasła przedmiotowe) to duży system metadanych, którego celem jest indeksowanie artykułów medycznych i książek o tej tematyce. Stworzony i ulepszany przez United States National Library of Medicine (NLM), jest używany w bazach danych MEDLINE/PubMed i w katalogu wydawnictw książkowych NLM. Baza MeSH może być dowolnie przeglądana przez Internet i jest dostępna do ściągnięcia bez żadnej opłaty. Wydawanie corocznie aktualizowanej wersji drukowanej Medical Subject Headings zarzucono w 2007 roku.

- #8 Search #6 AND #5
03:25:03 0
- #9 Search #3 AND #5
03:25:50 44
- #10 Search #9 AND #1
03:26:14 2
- #11 Related Articles for PubMed (Select 14,237,984)
03:26:26 138

Szczególnie dzięki funkcji "Related Articles" można było w sensowny sposób uzupełnić i skompletować tytuły znalezione podczas tego wyszukiwania. Podczas wyszukiwania w Google Scholar jako wyszukiwanego terminu użyto angielską oraz niemiecką nazwę różnych testów na określenie zaburzenia SKB. Pokazały się następujące wyniki (liczba trafień w nawiasie): "objaw Derbolowskyego" (1), „supine-to-sit test” (test przejścia z leżenia na plecach do siadu) (5), „long-sitting test” (4), objaw wyprzedzania (55), „seated flexion test” (skłon w przód z pozycji siedzącej) (43), „standing flexion test” (skłon w przód ze stania) (153). Przedstawione powyżej wyniki są konsekwencją dokładnej analizy odpowiedniej literatury.

Wyniki

Większość prac zajmowała się kwestią zasadniczej ruchomości i wielkości ruchu SKB. Klein i Sommerfeld [15] porównali wyniki z różnych eksperymentalnych badań i dochodzą do wniosku, że w stawach krzyżowo-biodrowych odbywa się ruch, którego amplituda jest jednak mała. Przeciętnie mówi się o całkowitej amplitudzie ruchu od około 2 do 4 stopni. Zaobserwowali oni, iż w pracach, w których korzystano z radiosterometrii⁴ przy użyciu markerów tantalowych⁵, zasadniczo wykrywano mniejsze amplitudy. Uważają oni, że

⁴ Metoda służąca do ustalenia ruchu o małej amplitudzie w trzech wymiarach dotycząca ruchu żywych organizmów (w przeszłości stereofotogrametria rentgenowska). W tym celu sporządza się synchronicznie dwa zdjęcia rentgenowskie o różnej projekcji wiązki (np. przednio-tylnej lub czołowej) dla każdej pozycji.

⁵ Biokompatybilne metalowe kulki (tantal), które umieszczane są w kościach.

przyczyną takich wyników jest wysoka precyzja tej metody i że w przypadku innych metod błędy w pomiarach prowadziły do większych amplitud.

Bogduk [2] uważa przeprowadzone za pomocą aparatu Rentgena trójwymiarowe badania ruchu żywych organizmów za bezwzględną konieczność, aby można było wygłaszać realne oceny dotyczące ruchów krzyżowo-biodrowych. Potwierdził on wspomnianą wypowiedź Kleina i Sommerfelda. Powołał się przy tym przede wszystkim na badanie Lavignolle'a i innych [20]. W przeprowadzonym za pomocą aparatu Rentgena badaniu in-vivo naukowcy wykryli, że osie ruchu SKB ze środkiem rotacji w pobliżu spojenia łonowego przebiegają ukośnie przez miednicę. Przy czym kość krzyżowa porusza się podczas zgięcia i prostowania nóg do 12 stopni w nutacji przy jednoczesnym przesunięciu talerza biodrowego o 6mm. Na tej podstawie Bogduk podsumowuje, że ruch SKB wywołany jest przez aktywne mięśnie tułowia i nóg. Jednocześnie stwierdza on, iż dzięki nim zmniejsza się czynnościowe obciążenie miednicy.

Pool-Goudzwaard i inni [26] opisują bezpośrednią, nieinwazyjną metodę pomiaru służącą do przedstawienia ruchomości SKB. Za pomocą aparatu USG Color Doppler pokazuje się stawy SKB. Przy tym autorzy powołali się na zaprezentowaną w roku 1995 pracę Buyurek i innych [3] (do której nie mają dostępu), którzy za pomocą tej techniki byli w stanie zarejestrować różnice w ruchomości pomiędzy lewym i prawym SKB. Nie wypowiedzieli się oni jednak na temat wielkości amplitudy ruchu.

Również Lewit [22] potwierdza ruchomość SKB pomimo jego szczególnej specyfiki. Oprócz własnych prac jako uzasadnienie podaje ogólnobiologiczny punkt widzenia, który mówi, że w przypadku SKB mamy do czynienia z autentycznym stawem zbudowanym z chrząstki stawowej, błon maziowych, torebki stawowej i łąkotek. A co z tego wynika, ciężko sobie wyobrazić istnienie autentycznego stawu bez przewidzianych dla niego czynności. W znikomej ruchomości widzi on czynnościowe znaczenie i zapewnienie przez miednicę funkcji bufora amortyzującego siły. „Stawy krzyżowo-biodrowe powinny mieć ruchomość tak małą jak to możliwe, ale nigdy nie powinny blokować, podobnie do zderzaka, który wprowadzie ma być solidny, ale nie może być nieelastyczny” ([22] str.76).

Mechaniczną sytuację SKB wyraźnie opisuje Frisch (1995) twierdząc, że we wspomnianych stawach nie ma mięśni ruchu, a kość krzyżowa porusza się biernie odgłowowo w wyniku działania sił grawitacyjnych oraz odogonowo w wyniku działania sił przeciwnych.

Jedynie Pool-Goudzwaard i inni [27] twierdzą w swoim biomechanicznym badaniu stabilności pierścienia miednicy, że mięśnie dna miednicy mają bezpośredni wpływ na ruchomość SKB. Biorąc pod uwagę topografię mięśni dna miednicy⁶ twierdzą oni, że zarówno u mężczyzn jak

⁶ m. guziczny, przyczep końcowy: kolec kulszowy, przyczep początkowy: kość guziczna; mm. łonowoguziczny i kulszowoguziczny, przyczep końcowy: kość łonowa, łuk ścięgnisty mięśnia dźwigacza odbytu i kolec kulszowy, przyczep początkowy: więzadło odbytniczoguziczne i kość guziczna; m. gruszkowaty, przyczep początkowy:

też u kobiet mięśnie te powodują kontrnutację kości krzyżowej – czyli grzbietową rotację kości krzyżowej, podczas której jej ogonowa część porusza się do przodu. Z badania tego wynika, że chodzi tu o średnią amplitudę ruchu o wartości około 1,25 stopnia. We wcześniejszym badaniu Pool-Goudzwaard i inni [26] opisują, że rotacja grzbietowa talerza biodrowego w wyniku działania sił ciągnących na guz kulszowy spowodowana jest wzrostem napięcia głowy długiej mięśnia dwugłowego uda.

Cibulka i Koldehoff [5] informują o wzajemnej zależności obydwu SKB. Podczas asymetrycznego ruchu w trakcie chodzenia jeden talerz biodrowy rotuje w kierunku brzuszny, a drugi w tym samym czasie porusza się w stronę grzbietu. Ich badanie eksperymentalne [4] potwierdziło tę wypowiedź.

Różne publikacje zajmowały się badaniem biomechanicznych skutków wpływu skośności miednicy na kręgosłup. Publikacje te łączy problematyka różnicy w długości kończyn dolnych.

Biomechaniczne skutki wpływu różnej długości kończyn dolnych na kręgosłup opisuje w swojej pracy Friberg [9]. Po dokonaniu oceny wielu innych prac pojawia się w niej podsumowanie mówiące o tym, że różnica w długości kończyn dolnych zawsze idzie w parze ze skośnością miednicy jak też obowiązkowo z kompensacyjną skoliozą czynnościową w odcinku lędźwiowym skierowaną wypukłością do krótszej nogi.

Również Papaioannou i inni [24] przedstawiają skutki różnicy w długości kończyn dolnych w odniesieniu do czynnościowych skoliozycznych zmian kręgosłupa. Zbadali oni grupę 23 mężczyzn i kobiet, w której średnia wieku wynosiła 28 lat. Anomalie miały wartość pomiędzy 1,2 a 5,2cm. Żadna osoba nie odczuwała bólu pleców. Zwykła metoda zdjęć rentgenowskich pozwoliła stwierdzić u wszystkich badanych skrzywienie boczne wypukłe w stronę krótszej nogi. Zaczynało się ono przy kręgu L5, a kończyło przy L1, oprócz jednego przypadku, kiedy skrzywienie sięgało do kręgu TH11. Po zneutralizowaniu różnicy w długości kończyn dolnych pojawiło się jednoznaczne zniwelowanie skoliozy ze znacznie zmniejszonym kątem Cobba⁷.

Gibson i inni [12] w swojej pracy również prowadzą rozważania na temat wpływu różnic w długości kończyn dolnych na kręgosłup. Zbadali oni 15 pacjentów w wieku pomiędzy 25 a 31 lat, u których 10 lat wcześniej wystąpiło złamanie trzonu kości udowej. Różnica w długości kończyn dolnych wynosiła średnio 3cm (pomiędzy 1,5 a 5,5cm). Żaden z uczestników badania nie odczuwał znaczącego bólu pleców na przestrzeni ostatnich 10 lat. Standardowo wykonane zdjęcia rentgenowskie u wszystkich badanych wykazały skoliozyczne zmiany kręgosłupa. U sześciu pacjentów stwierdzono skrzywienie boczne wypukłe pomiędzy kręgami L5 i L1, natomiast u ośmiu pacjentów skrzywienie biegło od L5 do TH8. Nie było

powierzchnia miedniczna kości krzyżowej, przyczep końcowy: krętarz większy (Kahle W, Leonard H, Platzer W 1991).

⁷ Kąt skoliozy według Cobba: radiologiczne określenie skrzywienia skoliozy.

żadnego powiązania między długością skrzywienia i różnicą w długości kończyn dolnych. Po zlikwidowaniu tej różnicy u wszystkich badanych wyraźnie zmienił się kąt Cobba.

Duży odsetek prac badawczych zajmuje się tematem miarodajności ważnych w praktyce lekarskiej testów klinicznych pod kątem określenia przez nie zaburzenia SKB. Obecnie nie ma wspólnego konsensusu lub udokumentowanego dowodu, który potwierdzałby różne hipotezy dotyczące poszczególnych testów. Powodem takiej sytuacji z pewnością jest w chwili obecnej brak złotego standardu, który pozwoliłby zaprezentować nieinwazyjną metodę przedstawiającą trójwymiarowe ruchy SKB i pasa miednicy. Różni autorzy [5, 11, 14, 22, 23] uzasadniają znaczenie metod wykorzystujących wiedzę biomechaniczną. Poszczególne testy dzielą się zasadniczo na trzy metody:

1. badania, których wyniki opierają się na kostnych punktach badania palpacyjnego takich jak kołec biodrowy przedni górny (kbp_g), kołec biodrowy tylny górny (kbt_g) i grzebień pośrodkowy kości krzyżowej,
2. tak zwane testy dynamiczne jak np. objaw wyprzedzania lub „standing flexion test”, test kołców (test Gilleta) lub „spine test”, a także test Derbolowskyego lub „supine long-sitting test”, oraz
3. testy prowokacji bólu, tzn. w takich testach do maksymalnego uciskania SKB używa się nadmiernej siły:
 - trakcja (test trakcyjno-kompresyjny Apleya) lub „gapping test” (podczas tego testu uciska się obydwie kbp_g w kierunku grzbietowo-bocznym),
 - „pelvic torsion test” lub test Gaenslena (w wyniku skrajnego zgięcia jednego stawu biodrowego i jednoczesnego prostowania drugiego stawu biodrowego osiąga się rotację talerza biodrowego w stosunku do kości krzyżowej) lub
 - „sacral thrust” (bezpośrednio na kość krzyżową stosuje się nacisk brzuszny).

Należy zauważyć, iż hipoteza testów prowokacji zawsze opisuje bolesne objawy idące w parze z zaburzeniem SKB [16, 17, 18, 19].

Wielu różnych autorów [4, 6, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 25] jest zgodnych pod względem sposobów rozpoznania zaburzenia SKB. W tym celu zawsze powinno stosować się kombinację różnych testów.

Znaczącą korzyść diagnostyczną jak też mieszczącą się w granicach akceptacji niezawodność testów prowokacji SKB przedstawiają prace Lasletta i innych [16, 17, 18, 19]. Jako warunek stwierdzonego w ten sposób zaburzenia SKB autorzy deklarują, że przynajmniej dwa z

czterech lub cztery z sześciu wybranych testów prowokacji muszą dać wynik pozytywny. Jeśli wszystkie wyniki testów są negatywne, autorzy wykluczają bolesną patologię SKB.

W badaniach przeprowadzonych w wielu ośrodkach (n=274), analizowanych przez Levangie [21], testy prowokacji nie miały zastosowania. Autorka postuluje, że testy prowokacji per se raczej przeznaczone są do znajdowania objawów bólu w rejonie krzyżowo-biodrowym niż do identyfikowania zmniejszonej ruchomości SKB. Zbadano zależność pomiędzy skręceniem miednicy a pojawieniem się zaburzenia SKB. Praca ta skupiła się na badaniu palpacyjnym kbtg i kbpq oraz na czterech testach dynamicznych: (1) test Gilleta, (2) objaw wyprzedzania podczas stania/"standing flexion test", (3) objaw wyprzedzania podczas siedzenia/"sitting flexion test" oraz (4) test Derbolowskyego/"supine long-sitting test". Wyniki pokazały, że czułość testu (2) była na poziomie 17%, testu (3) na poziomie 9%, a testu (4) na poziomie 44%. Specyficzność testu (2) wyniosła 79%, testu (3) 93%, a testu (4) 64%.

Trafność testu Derbolowskyego względnie testu „long-sitting” pod kątem zaburzenia SKB była celem badania Bemisa [1]. Wzięło w nim udział 28 mężczyzn i 23 kobiety ze średnią wieku 26,9 lat. Do grupy kontrolnej należało 30 badanych. Jeśli chodzi o test objawu wyprzedzania podczas stania i podczas siedzenia („standing flexion/ sitting flexion test”), wyniki były negatywne. Nie zaobserwowano również żadnej różnicy w ustawieniu kolców podczas badania palpacyjnego kbtg. Pięćdziesięciu jeden członków badanej grupy miało kbtg na różnej wysokości i pozytywny wynik testu objawu wyprzedzania. Wartościami pomiaru były różnice pomiędzy dolnymi brzegami kostek wewnętrznych podczas zmiany z pozycji na plecach na pozycję siedzącą. Dla testu Derbolowskyego udokumentowano współczynnik istotności o wartości 0,01.

Kliniczną korzyść czterech testów SKB pod kątem ich czułości, specyficzności oraz pozytywnej względnie negatywnej przewidywalności badali w swojej pracy Cibulka i Koldenhoff [6]. W sumie 219 badanych o średniej wieku 29 lat podzielono na grupę z bólem pleców i grupę bez bólu pleców. Badania przeprowadzali dwaj fizjoterapeuci, obaj z ponad 15-letnim doświadczeniem praktycznym w ortopedycznej terapii manualnej (OMT - „orthopaedic manipulative therapy”). Przeprowadzono ewaluację wszystkich badanych pod względem zaburzenia SKB. Wykonano następujące testy: objaw wyprzedzania podczas stania/"standing flexion test", badanie palpacyjne kbtg/"sitting posterior superior iliac spine palpation", test Derbolowskyego/"supine long-sitting test" oraz „prone knee flexion test”. Aby można było mówić o zaburzeniu SKB, trzy testy z czterech musiały wypaść pozytywnie. W oparciu o wyniki testów badani kwalifikowali się do jednej z czterech grup: (1) bóle pleców i oznaki zaburzenia SKB, (2) brak bólu pleców, ale oznaki zaburzenia SKB, (3) bóle pleców, ale brak oznak zaburzenia SKB oraz (4) brak bólu pleców i brak oznak zaburzenia SKB. Na potrzeby swojej pracy autorzy zdefiniowali czułość z bólem pleców i oznakami zaburzenia SKB, specyficzność z brakiem bólu pleców i brakiem oznak zaburzenia. Przewidywalność pozytywna została określona jako „badani z zaburzeniem SKB mają ostry ból pleców”, a

przewidywalność negatywna – „badani bez oznak zaburzenia SKB nie mają żadnych bólów pleców”. W efekcie w grupie z bólem pleców 86 badanych miało oznaki zaburzenia SKB, a 19 badanych nie miało tych oznak. U 13 badanych z grupy bez bólu pleców stwierdzono oznaki zaburzenia SKB, podczas gdy 101 badanych bez bólu pleców nie wykazało żadnych oznak zaburzenia SKB. Wartość czułości wyniosła 0,82, a specyficzności 0,88. Przewidywalność pozytywna dla tej serii testów była na poziomie 0,86, a przewidywalność negatywna na poziomie 0,84.

Wpływ zaburzenia SKB na zmiany w układzie mięśniowo-szkieletowym względnie leczenie zaburzenia z uwzględnieniem tych zmian to temat dwóch kolejnych prac badawczych. Przy pomocy fotogrametrii⁸ wykorzystującej aparat Rentgena Tullberg i inni [32] badają dziesięciu pacjentów z jednostronnym zaburzeniem SKB. Za metodę leczenia posłużyła manipulacja manualna. W efekcie u żadnego z badanych nie nastąpiły zmiany odnośnie do pozycji talerza biodrowego i kości krzyżowej, pomiary wykonano przed i po manipulacji. W sprzeczności do tego pozostaje praca Saulicza [29]. W swoim badaniu kontrolowanym badał on 192 dziewcząt i chłopców z klinicznymi objawami skoliozy, które zlokalizowane były w rejonie kręgosłupa lędźwiowego. Aby można było mówić o jednostronnym zaburzeniu SKB u badanych, pozytywnie musiały wypaść dwa testy SKB, a położenie kbtg powinno być asymetryczne. Przy pomocy fotogrametrii wykorzystującej komputer ustalono jakość postawy ciała po wykonaniu trzech biernych, manualnych technik mobilizacyjnych. W trakcie wykonywanych badań stwierdzono w grupie, mierzone w płaszczyźnie czołowej, znaczne różnice: po pierwsze w korekcie asymetrycznej miednicy ($p < 0,001$), mierzonej w stopniach; po drugie w zmniejszeniu kąta nachylenia ciała ($p < 0,01$) i po trzecie w zmniejszeniu dekompensacji linearnej ($p < 0,001$), mierzonej w milimetrach.

Dyskusja

Otrzymane wyniki potwierdzają ruchomość w SKB jak też możliwość istnienia jednostronnych zaburzeń w tych stawach. Wynikająca z tego asymetria miednicy nie prowokuje bezwarunkowo objawów bólu, ale powoduje powstawanie czynnościowej skoliozy kręgosłupa wpływając tym samym na statykę ciała. W celu zdiagnozowania zaburzenia SKB zaleca się szereg testów klinicznych. Manualne techniki manipulacji mają wpływ zarówno na zmianę asymetrii miednicy jak też statyki ciała.

Podsumowanie

⁸ Postępowanie służące skonstruowaniu rzutów poziomych i pionowych ze zdjęć fotograficznych danych przedmiotów.

Na podstawie aktualnej wiedzy funkcję pierścienia miednicy należy zawsze postrzegać w powiązaniu ze złożonymi łańcuchami biokinematycznymi [30]. Fakt ten podkreśla znaczenie przyszłych badań mających na celu stwierdzenie za pomocą mobilizacji SKB, jaki wpływ na statykę ciała mają objawy [29, 30, 31]. Yen i inni [35] uważają, że jedynym parametrem oceny negatywnego wpływu zaburzenia statyki miednicy jest reakcja kręgosłupa. Jeśli kręgosłup jest prosty, negatywny wpływ nierównowagi miednicy jest znikomy.

Literatura:

1. Bemis T, Daniel M (1987) Validation of the long sitting test on subjects with iliosacral dysfunction. *J Orthop Sports Phys Ther* 8:336–345
2. Bogduk N (2000) *Klinische Anatomie von Lendenwirbelsäule und Sakrum*. Springer, Berlin Heidelberg New York
3. Buyurek HM et al (1995) Analysis of sacroiliac joint stiffness with colour Doppler imaging on embalmed human pelvises. In: Vleeming A, Mooney V, Dorman T, Snijders CJ (eds) *Second Interdisciplinary World Congress on Low Back Pain and its Relation to the SI Joint*. ECO, Rotterdam, pp 723–731
4. Cibulka MT, Delitto A, Koldehoff RM (1988) Changes in innominate tilt after manipulation of the sacroiliac joint in patients with low back pain. An experimental study. *Phys Ther* 68:1359–1363
5. Cibulka MT, Koldehoff, RM (2002) „Skilled mentors“ and reliability. *Phys Ther* 82:1265–1268
6. Cibulka MT, Koldehoff RM (1999) Clinical usefulness of a cluster of sacroiliac joint tests in patients with and without low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 29:83–92
7. Dreyfuss P et al (1996) The value of medical history and physical examination in diagnosing sacroiliac joint pain. *Spine* 21:2594–2602
8. Freburger JK, Riddle D (2001) Using published evidence to guide the examination of the sacroiliac joint region. *Phys Ther* 81:1135–1143
9. Friberg O (1983) Clinical symptoms and biomechanics of lumbar spine and hip joint in leg length inequality. *Spine* 8:643–651
10. Frisch H (1995) *Programmierte Therapie am Bewegungsapparat*. Springer, Berlin Heidelberg New York

11. Frisch H (2001) Programmierte Untersuchung des Bewegungsapparates. Springer, Berlin Heidelberg New York
12. Gibson P, Papaioannou T, Kenwright J (1983) The influence on the spine of leg-length discrepancy after femoral fracture. *J Bone Joint Surg Am* 65B:584–587
13. Huijbregts P (2004) Sacroiliac joint dysfunction: evidence-based diagnosis. *Orthop Division Rev* 6:18–44
14. Kaltenborn FM et al (1995) Manuelle Therapie nach Kaltenborn. Teil 2: Wirbelsäule – Manuelle Untersuchung und Therapie. Norlis, Oslo
15. Klein P, Sommerfeld P (2004) Biomechanik der menschlichen Gelenke. Elsevier, Urban & Fischer, München
16. Laslett M, Williams M (1994) The reliability of selected pain provocation tests for sacroiliac joint pathology. *Spine* 19:1243–1249
17. Laslett M et al (2003) Diagnosing painful sacroiliac joints: a validity study of a McKenzie evaluation and sacroiliac provocation. *Aust J Physiother* 49:89–97
18. Laslett M (2005) Pain provocation tests for diagnosis of sacroiliac joint pain. *Aust J Physiother* 52:229
19. Laslett M et al (2005) Diagnosis of sacroiliac joint pain: validity of individual provocation tests and composites of tests. *Man Ther* 10:207–218
20. Lavignolle B et al (1983) An approach to the functional anatomy of the sacroiliac joints in vivo. *Clin Anat* 5:169–176
21. Levangie PK (1999) Four clinical tests of sacroiliac joint dysfunction: the association of test results with innominate torsion among patients with and without low back pain. *Phys Ther* 79:1043–1057
22. Lewit K (1997) Manuelle Medizin. Barth, Heidelberg
23. Maitland G (2006) Manipulation der Wirbelsäule, 3. Aufl. Springer, Berlin Heidelberg New York
24. Papaioannou T et al (1982) Scoliosis associated with limb-length inequality. *J Bone Joint Surg Am* 64A:59–62
25. Peace S, Fryer G (2004) Methods used by members of the Australian osteopathic profession to assess the sacroiliac joint. *J Osteopath Med* 7:26–33

26. Pool-Goudzwaard et al (1998) Insufficient lumbopelvic stability: a clinical, anatomical and biomechanical approach to „a specific“ low back pain. *Man Ther* 3:12–20
27. Pool-Goudzwaard et al (2004) Contribution of the pelvic floor to the stability of the pelvic ring. *Clin Biomech* 19:564–571
28. Saulicz E (2000) Mobilisation der Iliosakralgelenke. *Manuelle Med* 38:175–182
29. Saulicz E et al (2000) The influence of passive sacroiliac joint mobilisation on some body posture parameters in the sagittal plane. *Gymnica* 30:35–40
30. Saulicz E et al (2001) Asymmetrie des Beckens und Funktionsstörung von Iliosakralgelenken. *Manuelle Med* 39:312–319
31. Saulicz E et al (2008) Induced static asymmetry of the pelvis is associated with functional asymmetry of the lumbo-pelvic-hip complex. *J Manipulative Physiol Ther* 31:204–211
32. Tullberg T et al (1998) Manipulation does not alter the position of the sacroiliac joint: a roentgen stereophotogrammetric analysis. *Spine* 23:1119–1128
33. Tong HC et al (2006) Interexaminer reliability of three methods of combining test results to determine side of sacral restriction, sacral base position and innominate bone position. *J Am Osteopath Assoc* 106:464–468
34. Walker JM (1992) The sacroiliac joint: a critical review. *Phys Ther* 72:903–916
35. Yen S-T et al (1998) Short-term effect of correcting leg length discrepancy on performance of a forceful body extension task in young adults. *Hiroshima J Med Sci* 47:139–143