

HUBUNGAN OBESITAS DENGAN RANGE OF MOTION SENDI PANGGUL DAN FLEKSI LUMBAL PADA DEWASA MUDA

Anita Sari Budi Rahardjo¹, Tri Indah Winarni², Hardhono Susanto²

¹Mahasiswa Program Pendidikan S-1 Kedokteran Umum, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

²Staf Pengajar Ilmu Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto SH., Tembalang Semarang 50275 Telp. 02476928010

ABSTRAK

Latar belakang : Obesitas masih menjadi permasalahan kesehatan masyarakat yang mendunia yang dapat menjadi faktor risiko beberapa penyakit termasuk gangguan mobilitas. Obesitas diketahui sebagai faktor yang dapat mempengaruhi besarnya gerakan sendi. Namun, belum ada penelitian mengenai obesitas pada dewasa muda dengan *range of motion* (ROM) sendi panggul dan fleksi lumbal.

Tujuan : Mengetahui hubungan obesitas dengan ROM sendi panggul dan fleksi lumbal pada dewasa muda dan mengetahui perbedaan ROM sendi panggul dan fleksi lumbal pada obesitas kelompok laki-laki dan perempuan.

Metode : Penelitian dilakukan pada April-Mei 2016 dengan rancangan penelitian adalah *cross-sectional*. Subjek penelitian terdiri dari 37 laki-laki dan 23 perempuan usia 18-22 tahun dengan BMI ≥ 25 kg/m². Data antropometri dan ROM sendi didapatkan dengan mengukur subjek secara langsung. ROM diukur menggunakan goniometer.

Hasil : Didapatkan hasil korelasi negatif yang signifikan antara BMI dan fleksi panggul, adduksi panggul dan fleksi lumbal, serta korelasi positif yang signifikan BMI dengan endorotasi panggul. Hasil uji beda ROM laki-laki dan perempuan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ROM adduksi, endorotasi, dan eksorotasi panggul ($p = 0.004$, $p = 0.000$, dan $p = 0.000$).

Kesimpulan : Obesitas dapat menurunkan ROM fleksi panggul, adduksi panggul, dan fleksi lumbal, serta terdapat peningkatan ROM endorotasi panggul. Ada perbedaan yang signifikan pada ROM adduksi, endorotasi, dan eksorotasi panggul dengan rerata ROM yang lebih besar pada kelompok laki-laki dibanding perempuan.

Kata kunci : obesitas, *range of motion*, sendi panggul, fleksi lumbal, dewasa muda

ABSTRACT

THE RELATIONSHIP OF OBESITY WITH HIP JOINT AND LUMBAR FLEXION RANGE OF MOTION IN YOUNG ADULTS

Background : Obesity is a worldwide health problem that may be a risk factor for several diseases, including impaired mobility. Obesity is known as a factor that can affect the amount of the joints movement. However, there has been no study about obesity in young adults with the hip joint and lumbar flexion range of motion (ROM).

Aim : To determine the relationship of obesity with hip joint and lumbar flexion ROM in young adult obese and the difference of hip joint and lumbar flexion ROM between male and female young adult obese.

Methods : A cross-sectional study was conducted in April-May 2016. The subjects were 37 men and 23 women aged 18-22 years old with a BMI ≥ 25 kg / m². Anthropometric data and joint ROM obtained by measuring the subject directly. ROM was measured using goniometer.

Results : There were significant negative correlation between BMI and hip flexion, hip adduction and lumbar flexion, and a significant positive correlation with BMI and hip internal rotation. Significant differences range of motion between male and female was found in hip adduction, internal rotation and external rotation ($p = 0.004$, $p = 0.000$ and $p = 0.000$).

Conclusion : Obesity can reduce hip flexion, hip adduction and lumbar flexion range of motion, and there is an increased hip internal rotation range of motion. There are significant differences between hip adduction, internal rotation, and external rotation with mean of ROM greater among men compare to women.

Keywords : obesity, range of motion, hip joint, lumbar flexion, young adult

PENDAHULUAN

Obesitas masih menjadi permasalahan kesehatan masyarakat yang mendunia.^{1,2} *World Health Organization* (WHO) mendeklarasikan bahwa obesitas merupakan epidemik global. Menurut WHO pada tahun 2014, 39% dari orang dewasa dengan usia lebih dari 18 tahun kelebihan berat badan (39% laki-laki dan 40% perempuan) dan 13% mengalami obesitas (11% laki-laki dan 15% perempuan). Dengan demikian, hampir 2 miliar orang dewasa diseluruh dunia mengalami kelebihan berat badan dan lebih dari setengah miliar mengalami obesitas.¹ Prevalensi obesitas tidak hanya meningkat pada negara-negara maju, tetapi juga di negara-negara berkembang termasuk Indonesia. Menurut data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013, prevalensi obesitas di Indonesia menjadi 19,7% pada laki-laki > 18 tahun dan 32,9% pada wanita > 18 tahun.³

Obesitas dapat menjadi faktor risiko beberapa penyakit, seperti gangguan muskuloskeletal, dan gangguan mobilitas.^{4,5} Penderita obesitas juga cenderung memiliki aktivitas fisik yang rendah dan lebih banyak duduk sehingga kekuatan ototnya pun juga rendah, hal ini dapat menyebabkan gangguan keseimbangan yang ikut mempengaruhi keterbatasan berjalan.⁶

Range of motion (ROM) merupakan kuantitas jarak gerakan ketika sendi digerakkan sampai penuh. Nilai dari ROM menggambarkan fleksibilitas suatu sendi. Semakin besar nilai ROM dari suatu sendi, maka semakin rendah pula kemungkinan sendi dapat mengalami cedera.⁷

Fleksi lumbal dan berbagai gerakan sendi panggul diperlukan dalam berbagai aktivitas sehari-hari, oleh karena itu penurunan ROM mungkin akan memiliki implikasi dalam penurunan fungsi mobilitas.⁸ Penderita obesitas dilaporkan memiliki keterbatasan fungsional dalam aktivitas sehari-hari, khususnya untuk gerakan yang membutuhkan fleksibilitas yang cukup.⁹ Jika ROM berkurang, maka akan mengalami kesulitan dalam aktivitas sehari-hari seperti naik turun tangga, naik turun mobil, duduk di kursi, mempengaruhi gaya berjalan dan keseimbangan yang dapat meningkatkan risiko jatuh hingga fraktur dan apabila menderita osteoarthritis dapat memperberat kondisi penyakit tersebut.¹⁰ Obesitas juga merupakan faktor yang dapat mempengaruhi besarnya gerakan sendi panggul dan lumbal, kemungkinan disebabkan oleh akumulasi lemak berlebih di sekitar persendian yang mengakibatkan hambatan mekanis dalam pergerakan sendi.^{6,11-13}

Pada penelitian sebelumnya telah dibuktikan bahwa obesitas meningkatkan risiko keterbatasan aktivitas sehari-hari seiring dengan rendahnya nilai ROM sendi panggul dan fleksi lumbal pada subjek anak-anak usia 6-12 tahun dan subjek perempuan.¹⁴⁻¹⁶ Akan tetapi tidak banyak penelitian terkait subjek perempuan dan laki-laki dewasa muda. Untuk itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk membuktikan hubungan obesitas dengan ROM gerakan sendi panggul dan fleksi lumbal pada dewasa muda baik pada subjek laki-laki maupun perempuan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan *cross sectional*, yaitu mengetahui hubungan antara obesitas dengan ROM sendi panggul dan fleksi lumbal pada dewasa muda.

Besar sampel dihitung menggunakan rumus besar sampel tunggal data numerik, diperoleh jumlah sampel sebanyak 37 pada kelompok laki-laki dan 23 pada kelompok perempuan. Pengambilan sampel secara *simple random sampling*, sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi adalah mahasiswa/mahasiswi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro yang berusia 18-25 tahun, memiliki nilai IMT $\geq 25,0$ kg/m², sehat, bersedia menjadi responden penelitian dengan menandatangani *informed consent*. Kriteria eksklusi adalah rutin berolahraga, memiliki riwayat penyakit sistemik sendi, riwayat penyakit lokal sendi, riwayat penyakit neurologi yang berkaitan dengan fungsi *motor pathway* untuk

mengontrol pergerakan otot, riwayat trauma terutama fraktur disekitar panggul atau vertebra lumbal, riwayat atrofi otot, riwayat penyakit jantung maupun pernafasan yang berat. Responden yang bersedia menjadi subjek penelitian, diberikan kuesioner dan jika termasuk kriteria penelitian, kemudian responden melakukan pengukuran antropometri (berat badan dan tinggi badan) serta pengukuran ROM sendi panggul dan fleksi lumbal. Instrumen penelitian berupa timbangan berat badan, stadiometer, goniometer, dan kuesioner.

HASIL

Subjek penelitian berjumlah 60 orang, terdiri dari 37 laki-laki dan 23 perempuan, dengan rentang usia minimal 18 tahun dan maksimal 22 tahun, serta rerata usia pada kelompok laki-laki 20.27 ± 1.018 dan rerata usia pada kelompok perempuan 19.91 ± 1.411 .

Tabel 6. Distribusi jenis kelamin subjek penelitian

Jenis kelamin	Jumlah	Persentase
Laki-laki	37	61,67 %
Perempuan	23	38,33 %
Total	60	100 %

Data antropometri yang diukur dalam penelitian ini meliputi: berat badan dan tinggi badan; yang disajikan dalam tabel 2. Nilai ROM yang diukur menggunakan goniometer dalam penelitian ini meliputi fleksi, ekstensi, abduksi, adduksi, endorotasi dan eksorotasi sendi panggul serta fleksi lumbal; yang disajikan dalam tabel 3.

Tabel 2. Hasil pengukuran antropometri subjek penelitian kelompok laki-laki dan perempuan

	Median		Rerata (Simpang Baku)	
	Laki-laki	Perempuan	Laki-laki	Perempuan
Berat badan (kg)	88	75	87,19 (10,33)	75,52 (10,11)
Tinggi badan (cm)	171	161	171,18 (6,31)	160,13 (7,20)
IMT (kg/m^2)	29,38	28,05	29,74 (2,89)	29,34 (3,35)

Hasil analisis uji *Shapiro Wilk* menunjukkan distribusi data tidak normal sehingga analisis berikutnya menggunakan uji non parametrik. Berdasarkan analisis uji beda *Wilcoxon* ROM sendi panggul kanan dan kiri didapatkan hasil $p > 0,05$ pada semua gerak sendi panggul, yang artinya tidak terdapat perbedaan yang bermakna ROM kanan dan kiri sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan ROM sendi panggul kanan.

Tabel 3. Hasil pengukuran ROM subjek penelitian kelompok laki-laki dan perempuan

	Median		Rerata (Simpang Baku)	
	Laki-laki	Perempuan	Laki-laki	Perempuan
Fleksi panggul kanan (°)	110	112	111,89 (9,50)	113,65 (6,71)
Fleksi panggul kiri (°)	112	114	112,13 (9,17)	114,35 (6,05)
Ekstensi panggul kanan (°)	22	23	22,78 (3,79)	22,70 (2,03)
Ekstensi panggul kiri (°)	22	23	22,64 (3,02)	22,04 (2,22)
Abduksi panggul kanan (°)	38	35	38,86 (3,02)	36,39 (6,16)
Abduksi panggul kiri (°)	38	35	38,83(2,91)	36,91 (5,95)
Adduksi panggul kanan (°)	26	23	26,37 (3,58)	23,74 (2,81)
Adduksi panggul kiri (°)	25	23	25,78 (3,01)	24,00 (3,13)
Endorotasi panggul kanan (°)	42	38	41,54 (3,68)	36,91 (3,81)
Endorotasi panggul kiri (°)	40	38	40,56 (3,01)	37,13 (3,91)
Eksorotasi panggul kanan (°)	40	35	39,37 (3,79)	34,96 (4,71)
Eksorotasi panggul kiri (°)	40	36	39,16 (3,55)	35,61 (4,48)
Fleksi lumbal (°)	67	65	65,94 (4,12)	66,22 (3,31)

Tabel 4. Hasil analisis uji beda ROM kanan dan kiri subjek penelitian kelompok laki-laki dan perempuan

	<i>p</i> *	
	Laki-laki	Perempuan
Fleksi panggul	0,442	0,352
Ekstensi panggul	0,819	0,051
Abduksi panggul	0,940	0,180
Adduksi panggul	0,063	0,454
Endorotasi panggul	0,062	0,602
Eksorotasi panggul	0,212	0,433

*signifikan $p < 0,05$

Selanjutnya dilakukan analisis uji beda rerata ROM antara kelompok laki-laki dan perempuan menggunakan uji *Mann-Whitney*, didapatkan hasil yang signifikan $p < 0,05$ dengan rerata ROM ditemukan lebih besar pada adduksi panggul, endorotasi panggul, dan eksorotasi panggul dengan nilai p berturut-turut $p=0,004$, $p=0,000$, dan $p=0,000$.

Tabel 5. Hasil analisis uji beda ROM sendi panggul dan fleksi lumbal pada kelompok laki-laki dan perempuan

	Rerata (°)		p*
	Laki-laki	Perempuan	
Fleksi panggul	111,89	113,65	0,552
Ekstensi panggul	22,78	22,70	0,456
Abduksi panggul	38,86	36,39	0,154
Adduksi panggul	26,37	23,74	0,004*
Endorotasi panggul	41,54	36,91	0,000*
Eksorotasi panggul	39,37	34,96	0,000*
Fleksi lumbal	65,94	66,22	0,993

*signifikan $p < 0,05$

Untuk mengetahui hubungan IMT dan ROM gerak sendi panggul serta fleksi lumbal, maka dilakukan analisis menggunakan uji *Spearman* yang disajikan dalam tabel 5. Berdasarkan hasil uji *Spearman* menunjukkan nilai p yang signifikan pada IMT dengan fleksi panggul, adduksi panggul, endorotasi panggul, dan fleksi lumbal.

Tabel 5. Korelasi IMT dan ROM sendi panggul serta fleksi lumbal pada kelompok laki-laki dan perempuan

			FP	EP	AbP	AdP	EnP	ExP	FL
Kelompok laki-laki	IMT	Koefisien	-0,700**	-0,299	-0,293	-0,400*	0,337*	-0,138	-0,700**
		korelasi (r)	0,000	0,072	0,079	0,014	0,042	0,414	0,000
		P							
Kelompok perempuan	IMT	Koefisien	-0,655**	-0,406	-0,224	-0,579**	0,434*	-0,043	-0,776**
		korelasi (r)	0,001	0,055	0,304	0,004	0,038	0,844	0,000
		P							

*signifikan $p < 0,05$

Ket: FP: Fleksi panggul; EP: Ekstensi panggul; AbP: Abduksi panggul; AdP: Adduksi panggul; EnP: Endorotasi panggul; ExP: Eksorotasi panggul; FL: Fleksi lumbal

PEMBAHASAN

Korelasi negatif yang signifikan diamati antara IMT dan fleksi panggul, adduksi panggul, fleksi lumbal pada kelompok laki-laki maupun perempuan. IMT ditemukan memiliki pengaruh sedang sampai kuat pada fleksi panggul, adduksi panggul, dan fleksi lumbal. Penelitian yang dilakukan oleh Silvia Maria Amado di Brazil pada anak usia 6 – 12 tahun juga menunjukkan bahwa terdapat korelasi negatif yang signifikan IMT dengan fleksi panggul dan adduksi panggul.¹⁶ Korelasi negatif yang signifikan antara IMT dan fleksi lumbal, sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Gilleard yang menunjukkan adanya penurunan ROM fleksi lumbal pada subjek obesitas.¹⁴

Penelitian ini melaporkan bahwa terdapat korelasi positif yang signifikan antara IMT dan endorotasi panggul pada kelompok laki-laki dan perempuan. Hal ini serupa dengan penelitian sebelumnya yang hasilnya terdapat korelasi positif yang signifikan pada endorotasi panggul dengan berat badan.¹⁵

Pada individu dewasa dengan obesitas, keterbatasan ROM dipengaruhi oleh adanya jaringan lemak yang berlebih di sekitar segmen sendi yang secara mekanis menghambat pergerakan sendi.⁶ Faktor obesitas berkaitan dengan faktor lain seperti beban sendi yang berlebih, perubahan postur, dan gaya hidup *sedentary* dapat mempengaruhi perkembangan muskuloskeletal dan berakibat pada ROM. Dengan demikian, perubahan mobilitas sendi menjadi salah satu faktor risiko masalah orthopedi. Ini mungkin menjadi penjelasan fisiologis untuk korelasi signifikan obesitas dengan ROM sendi.¹⁶

Pengukuran ROM pada penelitian ini dilakukan secara gerak aktif yang diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih baik untuk menilai gerak sendi. Fleksibilitas sendi sinovial ditentukan oleh berbagai faktor seperti bentuk permukaan artikular, kapsul sendi, ligamen dan jaringan lunak disekitar persendian. Namun, untuk memahami perubahan mobilitas, dapat lebih difokuskan pada perubahan secara postural pada individu obesitas. Perubahan seperti genu valgus dan endorotasi panggul disebabkan oleh adanya lemak yang berlebih pada tungkai atas sehingga tungkai bawah akan cenderung menjauh dan terjadi peningkatan endorotasi panggul serta tekanan yang berlebih dari kompartemen lateral lutut. Oleh karena itu, seharusnya ROM endorotasi panggul lebih terbatas.¹⁷ Menurut penelitian Serra et al., dibuktikan bahwa 50% dari anak obesitas memiliki kelainan patologis yaitu genu valgus, dengan jarak *intermalleolar* lebih besar dari 10 cm. Adanya genu valgus

dan endorotasi panggul, dengan konsekuensi adduksi panggul, akan cenderung menyebabkan ketidakstabilan sendi.¹⁷ Seorang obesitas cenderung memiliki aktivitas fisik rendah yang dapat menyebabkan ketidakstabilan sendi, terkait dengan adanya kemungkinan penurunan kekuatan otot.⁶

Obesitas pada dewasa berisiko tinggi mengalami *slipped capitis femoral epiphysis* (SCFE).¹⁸ Kondisi ini dipengaruhi oleh faktor endokrin dan metabolik yang dapat menyebabkan insufisiensi mekanik pergerakan sendi panggul. Saat terjadi peningkatan berat badan secara cepat pada remaja obesitas, keseimbangan hormon pubertas terganggu dan risiko SCFE juga meningkat.¹⁹

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan ROM pada kelompok laki-laki dan perempuan yaitu pada adduksi, endorotasi dan eksorotasi panggul. Didapatkan rerata ROM ketiga gerakan tersebut lebih besar pada kelompok laki-laki. Hasil ini tidak sesuai dengan penelitian-penelitian sebelumnya, yang menyatakan bahwa perempuan cenderung memiliki ROM yang lebih besar dibanding laki-laki.²⁰⁻²² Hal ini mungkin disebabkan karena prevalensi obesitas jenis sentral sering dijumpai pada laki-laki. Pada obesitas jenis ini terjadi timbunan lemak cenderung di daerah perut dibanding di tungkai atas, sehingga hasil ROM gerak adduksi, endorotasi dan eksorotasi panggul cenderung lebih besar pada laki-laki.

Keterbatasan pada penelitian ini, perlu diingat bahwa yang digunakan untuk menentukan kategori obesitas dalam penelitian ini adalah IMT, yang memiliki kelemahan tidak bisa menentukan obesitas karena massa lemak atau massa otot yang berlebih. Juga distribusi lemak pada subjek penelitian ini tidak diperhitungkan sehingga hambatan mekanis akumulasi lemak tidak diketahui. Pada penelitian ini, jarak *intermalleolar* tidak diukur sehingga perubahan postur pada subjek penelitian tidak diketahui. Selain itu, tingkat aktivitas fisik sehari-hari tiap individu yang berbeda-beda mungkin menjadi perancu dalam penelitian ini.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Obesitas dapat menurunkan ROM fleksi panggul, adduksi panggul, dan fleksi lumbal, serta terdapat peningkatan ROM endorotasi panggul. Ada perbedaan yang signifikan pada

ROM adduksi, endorotasi, dan eksorotasi panggul dengan rerata ROM yang lebih besar pada kelompok laki-laki dibanding perempuan.

Saran

Perlu penelitian lebih lanjut menggunakan *Dual Xray Absorption* (DEXA) untuk memprediksi distribusi lemak maupun ketebalan lemak tubuh sehingga hambatan mekanis akumulasi lemak dapat diketahui. Selain itu, mengukur jarak *intermalleolar* sehingga perubahan postur pada subjek penelitian dapat diketahui dan dengan memberikan *The General Practice Physical Activity Questionnaire* (GPPAQ) untuk mengetahui tingkat aktivitas fisik pada subjek penelitian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Dr. dr. Tri Indah Winarni, M.Si.Med, PAK, Prof. Dr. dr. Hardhono Susanto, PAK(K), dr. Erie B.P.S Andar, Sp.BS, PAK(K), dr. Ratna Damma Purnawati, M.Kes, dan seluruh pihak yang telah membantu hingga penelitian dan penulisan artikel ini dapat terlaksana dengan baik, serta para subjek penelitian yang telah bersedia dilibatkan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization. WHO | Overweight and obesity [Internet]. World Health Organization; 2015 [cited 2015 Nov 16]. Available from: http://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/overweight_text/en/
2. Centers for Disease Control and Prevention. Adult Obesity Causes & Consequences [Internet]. [cited 2015 Nov 18]. Available from: <http://www.cdc.gov/obesity/adult/causes.html>
3. Balai Litbang Kesehatan. Hasil Riset Kesehatan Dasar 2013 [Internet]. 2013 [cited 2015 Nov 16]. p. 223–5. Available from: [http://www.depkes.go.id/resources/download/general/Hasil Riskesdas 2013.pdf](http://www.depkes.go.id/resources/download/general/Hasil_Riskesdas_2013.pdf)
4. Stenholm S. Obesity as a Risk Factor for Walking Limitation in Older. *Julkaisija-Utgivare-Publisher*; 2007: 22-5.
5. Taylor ED, Theim KR, Mirch MC, Ghorbani S, Tanofsky-Kraff M, Adler-Wailes DC, et al. Orthopedic complications of overweight in children and adolescents. *Pediatrics*. 2006 Jun;117(6):2167–74.
6. Park W, Ramachandran J, Weisman P, Jung ES. Obesity effect on male active joint range of motion. *Ergonomics*. 2010;53(785026729):102–8.

7. Koley S, Singh A. Trends of Active Range of Motion at Three Important Joints in School-going Boys of Amritsar , Punjab. 2008;10(3):225–7.
8. Hsieh CY, Pringle RK. Range of motion of the lumbar spine required for four activities of daily living. *J Manip Physiol Ther.* 1994;17:353–8.
9. Larrson U, Mattsson E. Functional limitations linked to high body mass index, age and current pain in obese women. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2001;25:893–9.
10. Arnold CM, Gyurcsik NC. Risk factors for falls in older adults with lower extremity arthritis: a conceptual framework of current knowledge and future directions. *Physiother Can.* 2012 Jan;64(3):302–14.
11. Escalante A, Lichtenstein MJ, Dhanda R, Cornell JE, Hazuda HP. Determinants of hip and knee flexion range: results from the San Antonio Longitudinal Study of Aging. *Atrhtitis Care Res.* 1999;12:8–18.
12. Batti'e MC, Bigos SJ, Wortley MD. Spinal flexibility and individual factors that influence it. *Phys Ther.* 1987;67:653–8.
13. Safitri AG. Hubungan Obesitas dengan Range of Motion Sendi Lutut Remaja Pada Siswa SMP di Kota Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada; 2013: 1-3.
14. Gillear W, Smith T. Effect of obesity on posture and hip joint moments during a standing task , and trunk forward flexion motion. 2007;267–71.
15. Koley S, Sodhi JK. Correlations of hip and knee range of motion with selected anthropometric variables in Indian obese individuals. 2014;5(2):47–50.
16. João SMA, Nishizaki MN, Yamamoto CH, Barbosa VLP, Sauer JF. Obesity Effect on Children Hip and Knee Range of Motion. *Int J Clin Med.* 2014;490–7.
17. Penha PJ, João SMA, Casarotto RA, Amino CJ, Pentead DC. Postural assessment of girls between 7 and 10 years of age. *Clinics. Faculdade de Medicina / USP;* 2005 Feb;60(1):9–16.
18. Nasreddine AY, Heyworth BE, Zurakowski D, Kocher MS. A reduction in body mass index lowers risk for bilateral slipped capital femoral epiphysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2013 Jul;471(7):2137–44.
19. Witbreuk M, van Kemenade FJ, van der Sluijs JA, Jansma EP, Rotteveel J, van Royen BJ. Slipped capital femoral epiphysis and its association with endocrine, metabolic and chronic diseases: a systematic review of the literature. *J Child Orthop.* 2013 Jul;7(3):213–23.
20. Norkin CC, White DJ. Measurement of Joint Motion: A Guide to Goniometry [Internet]. 4th ed. F.A. Davis; 2009 [cited 2016 May 31]. p. 222.
21. Chung M-J, Wang M-JJ. The effect of age and gender on joint range of motion of worker population in Taiwan. *Int J Ind Ergon.* 2009 Jul;39(4):596–600.
22. Sengupta P, De S, Pal A, Maity P, Banerjee M. Variation of Range of Joint Motion in Bengalee (Indian) Healthy Adult Subjects. 2012;4(2):123–33.