



DPK PPNI FIK UMSBY



Hubungan Bentuk Kaki dengan Keseimbangan Fungsional Pada Pasien Neuropati Diabetik

Ria Desnita ¹, Debie Dahlia ², Lestari Sukmarini ²

¹ Program Studi S¹ Keperawatan STIKes MERCUBAKTIJAYA, Padang 25146, Indonesia

² Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia Depok 16424, Indonesia

INFORMASI

Korespondensi:
ria.desnita18@gmail.com

Keywords:
Diabetic Neuropathy, Foot Posture, Functional Balance

ABSTRACT

Foot Posture Related With Functional Balance in Diabetic Neuropathy Patients. Changes in foot posture in diabetic neuropathy patients affects the function of the legs as the base support in maintaining body balance. The study aimed to determine the correlation foot posture with functional balance in patients with diabetic neuropathy. This study design was analytic cross sectional, recruited 132 diabetic neuropathy patients. Statistical analysis used Chi Square, Pooled T-test, and multiple logistic regression. The results showed a significant correlation between foot posture and functional balance in diabetic neuropathy patients, the power of correlation is moderate and positive direction ($p= 0.001$; $\alpha= 0.05$; $r= 0,352$). This study suggests the nurse to perform early detection and prevention of the risk of falls in diabetic neuropathy patients related to changes in foot posture and functional balance.

Pendahuluan

Diabetes Melitus (DM) merupakan suatu gangguan metabolik kronis yang terjadi karena tubuh tidak dapat menghasilkan insulin yang cukup atau tidak dapat menggunakan insulin secara efektif (*International Diabetes Federation [IDF], 2015*). Prevalensi DM terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Menurut laporan badan kesehatan dunia prevalensi angka kejadian DM di dunia pada tahun 2014 adalah 422 juta jiwa atau 8,5% dari semua populasi penduduk dunia (*World Health Organization [WHO], 2016*). Di Indonesia, jumlah penderita DM pada tahun 2015 menempati urutan ke 7 terbesar di dunia yaitu sebanyak 10 juta jiwa (*IDF, 2015*).

DM dapat menyebabkan komplikasi makrovaskuler maupun mikrovaskuler. Salah satu komplikasi mikrovaskuler dari DM adalah neuropati diabetik. Hampir 50% pasien dengan DM mengalami komplikasi neuropati (*Kuate-Tegueu et al., 2015*). Neuropati terdiri dari neuropati sensorik, neuropati motorik dan neuropati otonom (*Frykberg et al., 2006*). Ketiga jenis neuropati tersebut berkontribusi terhadap deformitas dan perubahan bentuk kaki pada pasien DM (*Maji, 2012; NIDDK, 2009*). Perubahan postur kaki dapat mempengaruhi perubahan mobilitas sendi, luas kontak kaki ke permukaan, kemampuan neuromuskular untuk menstabilkan kaki serta berdampak pada gangguan fungsi kaki dalam mempertahankan keseimbangan fungsional tubuh (*Punakallio, 2005; Dabholkar, Gala, & Yardi, 2014*).

Secara biomekanis, keseimbangan diartikan sebagai kapasitas untuk mempertahankan *center of gravity* tubuh dengan menggunakan kaki sebagai landasan penopang (*Punakallio, 2005*). Keseimbangan fungsional menunjukkan kemampuan tubuh dalam mempertahankan posisinya baik dalam kondisi tidak bergerak ataupun dalam melakukan berbagai aktivitas (*Gaerlan, 2010*). Gangguan keseimbangan akan berakibat pada peningkatan resiko jatuh dan cedera, penurunan produktivitas pasien dan akhirnya menurunkan kualitas hidup pasien (*Synder, 2009*). Perbedaan bentuk kaki (pronasi, supinasi dan normal) menyebabkan perbedaan pada luas penampang kaki. Perubahan bentuk kaki pada neuropati diabetik dapat mempengaruhi fungsi kaki dalam mempertahankan keseimbangan tubuh.

Metode

Penelitian ini menggunakan desain penelitian *cross*

sectional dengan jumlah sampel 132 pasien neuropati diabetik yang berobat jalan di Poliklinik Penyakit Dalam RSUP Dr. M. Djamil Padang pada Bulan Mei 2016. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *non probability sampling* dengan *consecutive sampling*.

Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah pasien bersedia menjadi responden penelitian, pasien DM dengan skor hasil skrining menggunakan *Michigan Neuropathy Screening Scale (MNSI) > 2*, usia kurang dari 60 tahun dan indeks postur kaki kiri dan kanan sama berdasarkan hasil penilaian *foot posture index (FPI-6)*. Sedangkan kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah pasien dengan edema pada kaki, memiliki skor 1 pada penilaian ulkus dengan MNSI, pasien dengan keluhan pusing dan riwayat vertigo, pasien dengan hipotensi ortostatik dan pasien dengan gangguan pendengaran.

Alat pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah format skrining neuropati dengan MNSI, format pengkajian karakteristik responden, instrumen FPI-6 dan instrumen *Berg Balance Scale (BBS)*. Format skrining MNSI adalah format pemeriksaan fisik yang digunakan untuk mengidentifikasi calon responden penelitian. Nilai sensitivitas dari MNSI adalah 80% dan spesifisitas 100% (*Zilliox et al., 2015*). Instrumen FPI-6 digunakan untuk mengetahui indeks postur kaki pada pasien neuropati diabetik. Nilai validitas FPI-6 adalah 0,60 - 0,80 dan nilai reliabilitas FPI-6 adalah 0,81 - 0,9 (*Redmond, 2005*). Instrumen BBS digunakan untuk menilai keseimbangan fungsional. Nilai sensitivitas BBS adalah 55 - 82% dan nilai spesifisitas adalah 87 - 95% (*Colon-Emeric, 2002*). Analisis data pada penelitian ini menggunakan *Chi Square* untuk melihat hubungan bentuk kaki, kontrol glukosa darah dan IMT dengan keseimbangan fungsional. *Pooled T-test* digunakan untuk melihat hubungan lama menderita DM dengan keseimbangan fungsional. Adapun uji regresi logistik berganda digunakan untuk melihat sejauh mana pengaruh variabel perancu (lama menderita DM, kontrol glukosa darah, derajat neuropati dan IMT) terhadap hubungan bentuk kaki dengan keseimbangan fungsional.

Penelitian ini dilakukan setelah mendapat izin secara administratif. Penelitian ini juga dilakukan dengan menerapkan prinsip etika penelitian dan juga telah lolos kaji etik.

Hasil

Karakteristik pasien neuropati diabetik yang menjadi responden penelitian berdasarkan usia didapatkan rerata usia responden adalah 51,95 tahun (SD= 5,96). Karakteristik responden berdasarkan lama menderita DM didapatkan rerata lama menderita DM adalah 9,11 tahun (SD= 5,34). Data karakteristik responden pada penelitian ini terdapat pada tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1 Karakteristik Responden Berdasarkan Usia dan Lama Menderita DM di RSUP Dr. M. Djamil Padang Tahun 2016 (n=132)

Karakteristik Respon- den	Mean ± SD	Min-Maks
Usia	51,95 ± 5,96	30 – 59
Lama DM	9,11 ± 5,34	2 – 32

Hasil Penelitian juga menunjukkan distribusi dari karakteristik responden. Berdasarkan jenis kelamin didapatkan sebagian besar (53,8%) responden berjenis kelamin perempuan. Dari hasil penelitian juga diketahui bahwa sebagian besar responden (82,6%) dengan glukosa darah yang tidak terkontrol. Berdasarkan IMT diketahui sebagian besar responden (50,8%) dengan *overweight*, 40,2% normal dan 9,1% *underweight*. Berdasarkan derajat neuropati diketahui 47% responden dengan derajat neuropati ringan, 28,8% derajat neuropati berat dan 24,2% derajat neuropati sedang. Berdasarkan penilaian terhadap bentuk kaki diketahui bahwa 47% responden dengan bentuk kaki normal, 36,4% dengan bentuk kaki pronasi dan 16,7% dengan bentuk kaki supinasi. Berdasarkan keseimbangan fungsional didapatkan sebagian besar responden (59,1%) tidak terdapat gangguan keseimbangan fungsional. Distribusi karakteristik responden terdapat pada tabel 1.2 .

Hasil uji statistik variabel independen (bentuk kaki) dengan variabel dependen (keseimbangan fungsional) menunjukkan terdapat hubungan bentuk kaki dengan keseimbangan fungsional dengan kekuatan hubungan sedang ($p < 0,001$; $\alpha = 0,05$; $r = 0,352$). Berdasarkan nilai OR, diketahui bahwa responden dengan bentuk kaki supinasi beresiko 8,08 kali terjadinya gangguan keseimbangan fungsional dibandingkan responden dengan bentuk kaki normal (CI95%OR=2,73;23,92). Responden dengan bentuk kaki pronasi beresiko 4,46 kali terjadinya gangguan keseimbangan fungsional dibandingkan responden dengan bentuk kaki normal (CI95%OR=1,93;10,26). Analisis hubungan bentuk

kaki dengan keseimbangan fungsional terdapat pada tabel 1.3.

Tabel 1.2 Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin, Kontrol Gula Darah, IMT, Derajat Neuropati, Bentuk Kaki dan Keseimbangan Fungsional di RSUP Dr. M. Djamil Padang Tahun 2016 (n=132)

Karakteristik Responden	f	%
Jenis Kelamin		
Laki-laki	61	46,2
Perempuan	71	53,8
Kontrol Glukosa Darah		
Terkontrol	23	17,4
Tidak terkontrol	109	82,6
IMT		
Underweight	12	9,1
Normal	53	40,2
Overweight	67	50,8
Derajat Neuropati		
Ringan	62	47,0
Sedang	32	24,2
Berat	38	28,8
Bentuk Kaki		
Supinasi	22	16,7
Normal	62	47,0
Pronasi	48	36,4
Keseimbangan Fungsional		
Ada gangguan	54	40,9
Tidak ada gangguan	78	59,1

Tabel 1.3 Analisis Hubungan Bentuk Kaki dengan Keseimbangan Fungsional Pada Pasien Neuropati Diabetik di RSUP Dr. M. Djamil Padang Tahun 2016 (n=132)

Bentuk Kaki	Keseimbangan Fungsional				Total		OR (CI 95%)	p value	r
	Tidak Ada Gangguan		Ada Gangguan						
	n	%	n	%	n	%			
Normal	49	79	13	21	62	100	Pembanding	0,001*	0,352
Supinasi	7	31,8	15	68,2	22	100	8,08 (2,73 – 23,92)	0,001*	
Pronasi	22	45,8	26	54,2	48	100	4,46 (1,93 - 10,26)	0,001*	
Total	78	59,1	54	40,9	132	100			

*bermakna pada α : 5%

Penelitian juga menganalisis hubungan variabel perancu (lama menderita DM, kontrol glukosa darah, IMT dan derajat neuropati) dengan keseimbangan fungsional. Hasil analisis menunjukkan terdapat perbedaan lama menderita DM pada responden yang mengalami gangguan keseimbangan fungsional dengan responden yang tidak mengalami gangguan keseimbangan fungsional ($p=0,024$; $\alpha=0,05$). Hasil analisis juga menunjukkan tidak terdapat hubungan antara kontrol glukosa darah dengan keseimbangan fungsional ($p=0,068$; $\alpha=0,05$). Hasil analisis juga menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara IMT dengan keseimbangan fungsional ($p=0,013$; $\alpha=0,05$). Hasil analisis juga menunjukkan terdapat hubungan antara derajat neuropati dengan keseimbangan fungsional ($p=0,001$; $\alpha=0,05$).

Analisis multivariat pada penelitian dilakukan untuk mengetahui hubungan antara bentuk kaki dengan keseimbangan fungsional pada pasien neuropati diabetik setelah dikontrol dengan variabel perancu. Hasil pemodelan akhir dari analisis multivariat terdapat pada tabel 1.4 berikut.

Berdasarkan nilai OR yang terdapat pada tabel 1.4 dapat dijelaskan bahwa variabel perancu yang memiliki pengaruh paling besar terhadap hubungan bentuk kaki dengan keseimbangan fungsional pada pasien neuropati diabetik adalah derajat neuropati berat dengan OR 14,88 (CI 95% OR= 4,586; 48,277). Disusul dengan derajat neuropati sedang dengan OR sebesar 4,638 (CI 95% OR= 1,631; 13,185), selanjutnya variabel IMT *overweight* dengan OR 3,103 (CI 95% OR= 1,001; 9,622) dan terakhir variabel IMT *underweight* dengan OR 1,182 (CI 95% OR= 0,162; 8,651).

Tabel 1.4 Hasil Analisis Pemodelan Akhir Variabel Independen dan Variabel Perancu dengan Keseimbangan Fungsional Pada Pasien Neuropati Diabetik di RSUP Dr. M. Djamil Padang Tahun 2016 (n=132)

Variabel	B	Wald	P value	OR (95% CI)
Bentuk kaki		5,212	0,074	
Bentuk kaki ₁ (supinasi)	1,890	5,122	0,024	6,620 (1,288 – 34,018)
Bentuk kaki ₂ (pronasi)	0,021	0,001	0,970	1,022 (0,336 – 3,109)
IMT		3,870	0,144	
IMT ₁ (underweight)	0,167	0,027	0,869	1,182 (0,162 – 8,651)
IMT ₂ (overweight)	1,132	3,848	0,050	3,103 (1,001 – 9,622)
Derajat neuropati		20,891	0,001	
Derajat neuropati ₁ (ringan)	1,534	8,281	0,004	4,638 (1,631 – 13,185)
Derajat neuropati ₂ (berat)	2,700	20,216	0,001	14,880 (4,586 – 48,277)
Konstanta	-2,612	23,497	0,001	

Analisis model akhir pada tabel 1.4 dapat dijelaskan bahwa pasien neuropati diabetik dengan bentuk kaki supinasi beresiko mengalami gangguan keseimbangan fungsional sebesar 6,620 kali (CI 95% OR= 1,288; 34,018) dibandingkan dengan bentuk kaki normal setelah dikontrol oleh derajat neuropati dan IMT. Pasien neuropati diabetik dengan bentuk kaki pronasi beresiko mengalami gangguan keseimbangan fungsional sebesar 1,022 kali (CI 95% OR= 0,336; 3,109) dibandingkan dengan bentuk kaki normal setelah dikontrol oleh derajat neuropati dan IMT.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat hubungan antara bentuk kaki dengan keseimbangan fungsional pada pasien neuropati diabetik. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Menz, Morris, dan Lord (2005) tentang karakteristik kaki dan *ankle* serta gangguan keseimbangan pada 176 orang lansia. Penelitian Menz et al. (2005) menunjukkan terdapat hubungan karakteristik kaki dengan keseimbangan lansia dan kemampuan fungsional lansia.

Kaki berperan sebagai *base of support* atau bidang tumpu untuk mempertahankan keseimbangan tubuh. Kaki sebagai bidang tumpu memiliki kemampuan untuk mengontrol pusat massa tubuh dan pusat gravitasi tubuh. Bentuk kaki yang berbeda memiliki perbedaan luas bidang tumpu sehingga fungsi mempertahankan keseimbangan juga akan berbeda. Keseimbangan fungsional tubuh memerlukan kontraksi otot kaki yang adekuat sesuai dengan gerakan atau tindakan yang dilakukan. Strategi otot kaki dan fungsi kaki dalam mempertahankan keseimbangan meliputi strategi pergelangan kaki, strategi sendi paha dan strategi melangkah. Strategi pada pergelangan kaki mengubah posisi pusat gravitasi akibat pergeseran dari pusat gravitasi sehingga menghasilkan aktivasi otot pergelangan kaki, sendi paha dan batang tubuh. Apabila pergelangan kaki tidak dapat menghasilkan keseimbangan seperti adanya inversi/eversi ataupun luas tumpu landasan penopang kaki yang menyempit, tidak rata dan terlalu luas maka kaki akan menghasilkan fleksi dan ekstensi sendi paha untuk mempertahankan keseimbangan. Sedangkan strategi melangkah digunakan apabila pusat gravitasi tubuh berada di luar landasan penopang sehingga terjadi aktivasi otot abduktor sendi dan kontraksi otot pergelangan kaki (Punakallio, 2005).

Gangguan keseimbangan fungsional juga dapat terjadi bila luas bidang tumpu lebih kecil, karena terjadi ketidakseimbangan antara titik tumpu dengan massa yang akan ditopang oleh titik tersebut. Bidang tumpu merupakan bagian dari tubuh yang berhubungan dengan permukaan tumpuan. Ketika garis gravitasi memiliki posisi yang tepat pada bidang tumpu, tubuh akan berada dalam posisi yang seimbang. Stabilitas keseimbangan yang baik terbentuk dari luasnya area bidang tumpu. Semakin sempit bidang tumpu, stabilitas keseimbangan akan berkurang. Semakin dekat bidang tumpu dengan pusat gravitasi, maka stabilitas tubuh makin tinggi (Chou et al., 2008).

Bentuk kaki pronasi memiliki luas bidang tumpu yang

lebih besar dibandingkan bentuk kaki lainnya. Tetapi pada hasil penelitian, didapatkan jumlah gangguan keseimbangan yang cukup besar pada bentuk kaki pronasi yaitu 54,2%. Pasien neuropati diabetik dengan bentuk kaki pronasi beresiko 4,455 kali mengalami gangguan kesesimbangan dibandingkan bentuk kaki normal. Tingginya gangguan keseimbangan pada bentuk kaki pronasi disebabkan karena lengkung kaki pada bentuk kaki ini cenderung leper atau semua permukaan kaki menempel di bidang tumpu. Hal ini mempengaruhi fungsi kaki sebagai tuas atau pengungkit dalam mempertahankan keseimbangan (Chou et al., 2008).

Kaki merupakan bagian anggota gerak yang sangat penting untuk berjalan, berfungsi sebagai tuas atau pengungkit, sehingga merupakan bagian penerima berbagai gaya deformitas (Chou et al., 2008). Bentuk telapak kaki yang leper tanpa lengkung kurang mampu berfungsi sebagai sistem pengungkit yang kaku untuk mengungkit tubuh pada saat kaki akan meninggalkan pijakan pada proses berjalan (*fase push off*) (Punakallio et al., 2005; Chou et al., 2008).

Lengkung kaki yang tidak normal akan menyebabkan gangguan keseimbangan, tidak stabil saat berjalan, deformitas berlanjut, keluhan lelah bila berjalan lama, cedera pada pemakaian sepatu yang tidak sesuai dan nyeri. Bentuk kaki normal pada manusia bertujuan untuk kaki lebih stabil saat berdiri menapak, yaitu terbentuknya lengkung kaki yang dapat mendistribusikan berat secara merata ke daerah yang lebar. Agar kaki dapat digunakan untuk menumpu berat badan pada posisi menapak, dibutuhkan tumit yang lebih panjang, pembesaran tarsalia dengan fusi dan pengurangan jumlah, metatarsalia tersusun lebih paralel dan lengkung kaki dikembangkan (Punakallio et al., 2005; Menz et al., 2005).

berpengaruh terhadap hubungan bentuk kaki dengan keseimbangan fungsional pada pasien neuropati diabetik adalah IMT dan derajat neuropati.

Variabel perancu yang memiliki pengaruh paling besar adalah derajat neuropati berat. Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian terdahulu. Hasil penelitian Palma et al., (2012) tentang kontrol postural dan keseimbangan fungsional pada pasien dengan neuropati diabetik menunjukkan terdapat hubungan antara keparahan neuropati dengan terjadinya gangguan keseimbangan fungsional pada pasien neuropati diabetik. Hasil penelitian Lim et al. (2014) tentang perbandingan kemampuan mempertahankan keseimbangan antara pasien DM

tipe 2 dengan neuropati dan tanpa neuropati pada 60 responden menyimpulkan bahwa terjadi penurunan stabilitas keseimbangan dinamik pada pasien DM.

Hasil analisis juga menunjukkan IMT berpengaruh terhadap keseimbangan fungsional. Gangguan keseimbangan pada orang dengan *underweight* disebabkan karena penurunan kekuatan otot dan respon otot karena *body allignment* yang kecil. Kekuatan otot merupakan kemampuan otot untuk menahan beban baik berupa beban eksternal (*eksternal force*) maupun internal (Hergenroeder et al., 2011). Perubahan distribusi lemak tubuh pada kondisi *overweight* dan obesitas menyebabkan perubahan lemak di daerah perut dan subkutaneum (Ochi et al., 2010). Perubahan komposisi lemak tubuh di bagian perut dan subkutaneum berpengaruh terhadap kekuatan otot dan kestabilan postur tubuh sehingga berpengaruh juga terhadap kemampuan tubuh mempertahankan keseimbangan (Ochi et al., 2010). Dari hasil analisis didapatkan kontrol glukosa darah tidak berpengaruh terhadap keseimbangan fungsional. Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Agrawal et al. (2010) dimana disfungsi vestibuler dan jatuh lebih tinggi terjadi pada pasien DM dengan nilai HbA1C >7%. Nilai HbA1C >7% menunjukkan glukosa darah yang tidak terkontrol dan tingginya fraksi hemoglobin berikatan dengan glukosa. Nilai HbA1C yang tinggi pada pasien juga menunjukkan terjadinya hiperglikemia kronik pada pasien. Kontrol glukosa darah lebih berkaitan dengan terjadinya proses neuropati yang menyebabkan kerusakan saraf pengatur keseimbangan tubuh (D'Silva et al., 2016). Hiperglikemia menyebabkan glikosilasi dari mielin dan peningkatan AGEs, formasi ROS, aktivasi *polyol* dan protein kinase C. Proses ini menyebabkan digestif lisosom dalam jumlah besar pada saraf vestibulokoklearis, produksi berlebihan dari matrik ekstraseluler dan peningkatan droplet lipid dan lisosom pada jaringan penghubung utrikula dan sakula. Proses lebih lanjut akan menyebabkan gangguan difusi oksigen dan nutrisi, selubung mielin menipis dan penurunan diameter serabut akson. Akhir dari proses ini menyebabkan kerusakan fungsi pada vestibulokoklearis dan berujung dengan gangguan keseimbangan (D'Silva et al., 2016).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variabel lama menderita DM tidak berpengaruh pada keseimbangan fungsional pasien neuropati diabetik. Menurut Holt et al. (2010) lama menderita DM merupakan faktor resiko terjadinya komplikasi diabetik, tetapi lama

menderita DM tidak berhubungan secara langsung dengan terjadinya komplikasi.

Kesimpulan

Hasil penelitian memberikan perspektif bahwa perubahan bentuk kaki pada pasien neuropati diabetik dapat menyebabkan terjadinya gangguan keseimbangan fungsional. Deteksi dini resiko jatuh pada pasien neuropati diabetik menunjukkan adanya upaya preventif perawat. Dampak positif deteksi dini resiko jatuh pada pasien neuropati diabetik adalah mencegah terjadinya komplikasi lanjut akibat jatuh. Jatuh atau cidera akan menyebabkan penurunan kemampuan dalam melakukan aktivitas, penurunan produktifitas dan akhirnya menurunkan kualitas hidup pasien. Berdasarkan hasil deteksi dini, perawat dapat memberikan pendidikan kesehatan pada pasien ataupun keluarganya terkait pencegahan resiko jatuh yang dapat dilakukan di rumah seperti penggunaan *walker* untuk berjalan.

Daftar Pustaka

- Agrawal, Y., Carey, J. P., Santina, C. C. D., Schubert, M. C., & Minor, L. B. (2010). Diabetes, vestibular dysfunction, and falls: Analyses from the national health and nutrition examination survey. *Otology & Neurology*, *31*, 1445-1450.
- Chou, Shih-Wei, Cheng, H. K., Chen, J., Ju, Y., Lin, Y., & Wong, M. A. (2008). The role of the great toe in balance performance. *Journal of Orthopaedic Research*, *27*, 549-554.
- Dabholkar, A., Gala, M., & Yardi, S. (2014). Correlation of foot posture, foot function with balance and gait in patients with diabetic neuropathy. *Indian Journal of Physiotherapy & Occupational Therapy*, *8*(2), 23-28.
- D'Silva, L.J., Lin, J., Staecker, H., Whitney, S. L., & Kluding, P. M. (2016). Impact of diabetic complications on balance and falls: Contribution of the vestibular system. *Physical Therapy*, *96*(3), 400-409. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1772802056?accountid=17242>
- Frykberg, R. G., Zgonis, T., Armstrong, D. G., Driver, V. R., Giurini, J. M., Kravitz, S. R., ... Vanore, J. V. (2006). Diabetic foot disorders: A clinical practice guideline (2006 revision). *The Journal of Foot & Ankle Surgery*, *45*(5), S1-S66. Retrieved from www.acfas.org
- Gaerlan, M. G. (2010). *The role of visual, vestibular, and somatosensory systems in*

- postural balance* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (UMI No. 734386280). Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/734386280?accountid=17242>
- Hergenroeder, A. L., Wert, D. M., Hile, E. S., Studenski, S. A., & Brach, J. S. (2011). Association of body mass index with self-report and performance-based measures of balance and mobility. *Physical Therapy, 91*(8), 1223-1234. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/881671865?accountid=17242>
- Holt, R. I. G., Cockram, C., Flyvbjerg, A., & Goldstein, B. J. (2010). *Textbook of Diabetes*. Singapore: Wiley-Blackwell.
- International Diabetes Federation. (2015). *IDF diabetes atlas 2015*. Retrieved from <http://www.diabetesatlas.org/resources/2015-atlas.html>
- Kuate-Tegueu, C., Temfack, E., Ngankou, S., Doumbe, J., Djientcheu, V. P., & Kengne, A. P. (2015). Prevalence and determinants of diabetic polyneuropathy in a sub-Saharan African referral hospital. *Journal of the Neurological Sciences, 355*, 108–112. <http://doi.org/10.1016/j.jns.2015.05.035>
- Lim, K., Kim, D. J., Noh, J., Yoo, J., & Moon, J. (2014). Comparison of balance ability between patients with type 2 diabetes and with and without peripheral neuropathy. *PM & R: The Journal Of Injury, Function, And Rehabilitation, 6*(3), 209-214. doi:10.1016/j.pmrj.2013.11.007
- Maji, D. (2012). Diabetic neuropathy. *Medicine Update, 11*, 294–297. Retrieved from http://www.apiindia.org/pdf/medicine_update_2012/diabetology_11.pdf
- Menz, H. B., Morris, M. E., & Lord, S. R. (2005). Foot and ankle characteristic associated with impaired balance and functional ability in older people. *Journal of Gerontology: Medical Science, 60*(12), 1546-1552.
- National Institute of Diabetes and Kidney Disease. (2009). *Diabetic neuropathies: The nerve damage of diabetes*. United States: NIH Publication.
- Ochi, M., Tabara, Y., & Kido, T. (2010). Quadriceps sarcopenia and visceral obesity are risk factors for postural instability in the middle-aged to elderly population. *Geriatric Gerontology International, 10*, 233-243.
- Palma, F. H., Antigual, D. U., Martinez, S. F., Monrroy, M. A., & Gajardo, R. E. (2012). Static balance in patients presenting diabetes mellitus type 2 with and without diabetic polyneuropathy. *Arq Bras Endocrinology Metabolism 57*(9), 722-726.
- Punakallio, A. (2005). Balance abilities of workers in physically demanding jobs: with special reference to firefighters of different. *Journal of Sport Science and Medicine, 4*(5), 1-47.
- Synder, R. J., Cardinal, M., Dauphinee, D. M., & Stavosky, J. (2010). A post-hoc analysis of reduction in diabetic foot ulcer size at 4 weeks as a predictor of healing by 12 weeks. *Ostomy Wound Management, 56*(3), 44-50.
- World Health Organization. (2016). *Global report on Diabetes*. Retrieved from <http://www.who.int/diabetes/global-report/en/>