

OSCILOMETRIJSKA ISPITIVANJA
CIRKULACIJE DONJIH EKSTREMITETA
NA RADNIM MJESTIMA S RAZLIČITIM
POLOŽAJIMA TIJELA - S OSOBITIM OBZIROM
NA STOJEĆA RADNA MJESTA

V. MANDIĆ

Ortopedska klinika Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

(Primljeno 17. VI 1964)

Kod 162 ispitanika vršena su oscilometrijska ispitivanja donjih ekstremiteta na početku i na kraju radnog vremena (radna mjesta sa stajanjem 70, sjedenjem 50, sa kretanjem 42 ispitanika). Stojeća radna mjesta djeluju izrazito nepovoljno na cirkulaciju donjih ekstremiteta, odnosno na venski povrat. Oštećenje je takvo da ga možemo registrirati unutar jednog radnog vremena; mjereno razlikom oscilometrijskog indeksa iznosi lijevo $M_D = -11,94$ i desno $M_D = -12,74$ i statistički je značajno.

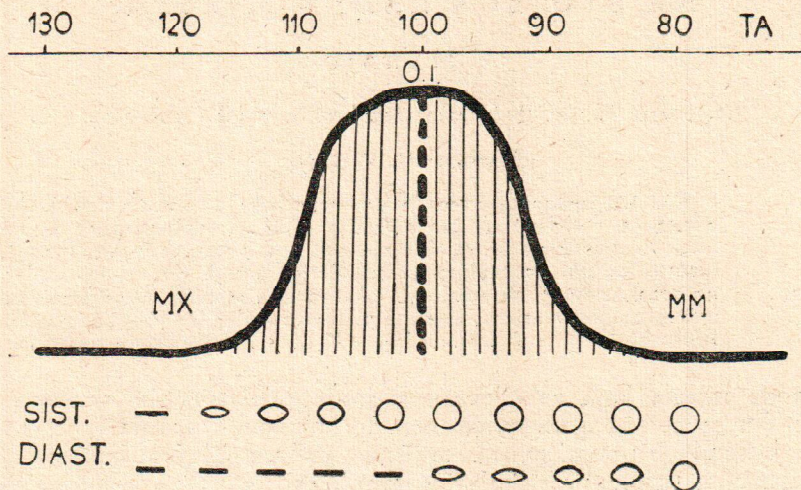
Radna mjesta koja zahtijevaju stajanje predstavljaju opasnost za dinamsku ravnotežu u kompliciranom mehanizmu vraćanja krvi iz donjih ekstremiteta prema srcu. U opširnom prikazu (1) detaljno smo iznijeli elemente fiziologije cirkulacije donjih ekstremiteta s osobitim obzirom na činjenice važne za takova radna mjesta. Naročito smo istakli važnost kontrakcija mišića nogu, kao osnovnog faktora za centripetalno pokretanje krvi protiv sile teže. Što je kontrakcija jača ili češća, efekt je bolji. Kod neprestanog stajanja uz minimalan rad mišića, ovaj veno-presorski učinak je malen.

Postavili smo sebi zadatak da ispitamo da li su promjene cirkulacije donjih ekstremiteta u okviru jednog radnog vremena (smjene) takve, da ih možemo objektivno registrirati, i da li u tome postoje kakve razlike kod radnika koji na radu stalno stoje, stalno sjede ili, opet, onih koji se kreću. Kao metodu ispitivanja uzeli smo oscilometriju, smatrajući da će nam u tom pogledu moći dati realne podatke. U pristupačnoj literaturi nismo našli da bi oscilometrija bila u tu svrhu upotrebljena.

Odlučili smo se za oscilometrijska ispitivanja smatrajući da nam oscilometrija daje dobar uvid u stanje funkcionalne prokrvljenosti periferije, jer je rezultat kompleksa: snage srčanog rada i stanja perifernih krvnih žila, arterija.

Oscilometrijom mjerimo amplitude stijenke arterija na ekstremitetima (na određenom dijelu ruke ili noge) kod različitih doziranja protupri-
tiska tlaka manšete.

Prikažemo li to grafički, dobivamo krivulju (sl. 1) koja pokazuje oscilacije u području između sistoličkog i dijastoličkog tlaka. Najveću amplitudu zovemo *oscilometrijski indeks*. Donja granična tačka oscilacija (MM) odgovara dijastoličkom tlaku, a gornja (MX) sistoličkom. Oscilacije prestaju ako arterijama ne teče krv u ritmu srčanog rada. Oscilacije su smanjene kod djelomične obliteracije lumena arterija ili kod smanjenja elastičnosti stijenke; oscilacije su povećane kod aktivne vazodilatacije (upala, topla kupka) ili kod zapreke distalno od mjesta mjerenja (npr. tromboza).



Sl. 1. Oscilometrijska krivulja O. I. = oscilometrijski indeks

Sist. = presjek lumena arterije kod sistoličkog tlaka

Diast. = presjek lumena arterije kod dijastoličkog tlaka

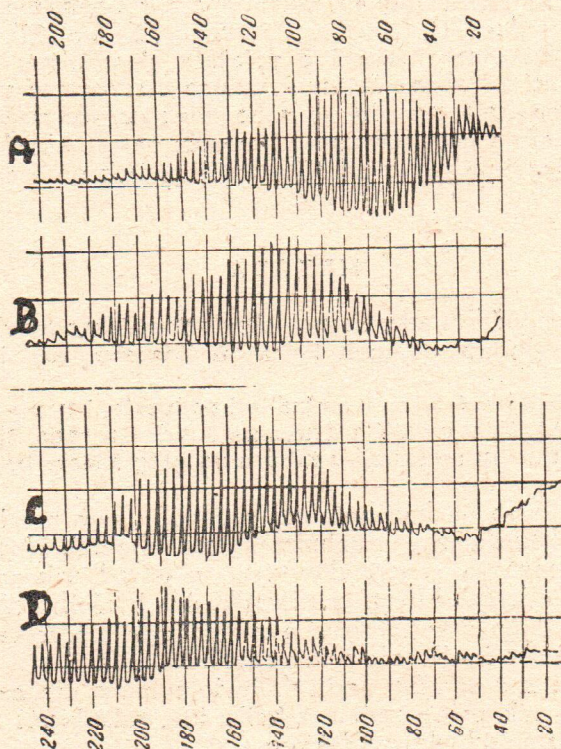
Oscilometrija se mnogo više upotrebljavala u francuskom medicinskom području (2, 3, 4), a u angloameričku (5) i njemačku literaturu (6) ušla je kasnije. U novije vrijeme metoda je postala općenito rutinska, naročito u ispitivanju vazopatija, okluzija i obliteracija krvno-žilnog sistema. Prva publikacija kod nas potječe od *Stančić-Rokotova* (7). Metoda se počinje upotrebljavati i u fiziološkim ispitivanjima u sportu (8), kao i u drugim područjima medicinske djelatnosti.

Varijabilnost ove metode - apsolutno uzevši - kod vaskularno zdravih individua je velika, pa je područje fizioloških norma u raznim odvodima (natkoljcnica, potkoljcnica, podlaktica i nadlaktica) dosta široko. Čak i u istim segmentima postoje neke razlike između desne i lijeve

strane. *Salaun* (9) ih negira, dok *Ravina-Patel* (2) dozvoljavaju odstupanja za vrijednosti 5–10%. Na našem materijalu opazili smo razlike na istom nivou do 10, + ili –, ali nisu bile karakteristično raspoređene. *Makarov* (8) je našao na gornjim ekstremitetima kod sportaša-rukometasa desno veće vrijednosti do 10, ali ih tumači time da desna ruka dobija jače impulse zbog jače prokrvljenosti. Za donje ekstremitete nema u literaturi, što se toga tiče, podataka.

U patološkim uslovima, promjena indeksa oscilacije upućuje nas u dijagnostici na određena oboljenja, prema tome mijenja li se oscilometrijski indeks na više ili na niže.

I u dijagnosticiranju, postoji li vazopatija ili ne, provode se razni oscilometrijski pokusi funkcionalnog opterećenja. Da spomenemo samo



Sl. 2. Ovisnost promjena oscilometrijskih vrijednosti prema položaju noge (prema *Serkinu*):

- a – pacijent leži, noga podignuta, o. i. 27, tlakovi: 152 : 48, ST 72
- b – pacijent leži, noga ispružena, o. i. 24, tlakovi 182 : 92, ST 105
- c – pacijent sjedi, noga spuštena, o. i. 25, tlakovi 220 : 132, ST 145
- d – pacijent stoji uspravno, o. i. 18, tlakovi 250 : 140, ST 188

Singer-Eckelberg (6): ako nakon 1000 koraka oscilometrijski indeks ostane jednak ili postane viši, ne postoji vazopatija; smanji li se, potrebno je dalje ispitivanje o uzroku.

Oscilometrija je, dakle, izrazito komparativna metoda, ona nam daje izvršne pokazatelje u ocjeni lijevo : desno (npr. kod jednostrane vazopatije); zdravo : bolesno; praćenje rezultata liječenja (vrijednosti prije i vrijednosti nakon provedenog liječenja) itd.

U našem slučaju smatramo da nam je oscilometrijsko ispitivanje veoma pogodna metoda, jer baš i želimo ustanoviti komparaciju funkcionalnog prokrvljenja kod istog ispitanika, istog segmenta noge, na početku i na kraju radnog vremena, a pod raznim radnim uslovima.

Na žalost, morali smo raditi oscilometrijska ispitivanja, pa kasnije rezultate prikazivati u krivuljama i tablicama. Mnogo jednostavnije bi bilo oscilografsko ispitivanje, ali, takvih aparatura nemamo, iako postoji niz modela: *Windus* (11), *Gesenius* (12), *Ejrup*, *Serkin* (13) i dr.

Oscilometrijski indeks ovisi i o položaju ekstremiteta (hidrostatski tlak), pa na slici 2 (prema *Serkinu*) vidimo oscilogram nogu u različitim položajima tijela, a ujedno se jasno vide i različiti arterijski tlakovi kod raznih položaja noge. Ovu smo činjenicu naročito uzeli u obzir, pa smo kod tehnike ispitivanja naročito pazili uvijek na jednaki položaj tijela i noge.

METODA

Mjerenja smo vršili u toku sistematskog ortopedskog pregleda radnika štamparskog poduzeća »Ognjen Prica« u Zagrebu, koji je obuhvatio 306 ispitanika.

Sama mjerenja izvršena su u ambulanti poduzeća, i to prvo na početku radnog vremena, tj. u 6 sati, a drugo na završetku rada, tj. između 13 i 14 sati. Rezultati su upisivani u tablicu na preglednom listu pojedinog ispitanika.

Ispitanik je ležao na horizontalnoj podlozi, a sam pregled je vršen neposredno nakon dolaska u ambulantu (bez odmora). Upotrebljena je V. Recklinghausenova »*scala alternans*«, a odvod uziman s tipičnog mjesta na potkoljenici. Mjerenja su vršila dva liječnika, ali se pri tom naročito pazilo da onaj koji je izvršio mjerenje prije početka rada, izvrši kod istog ispitanika i mjerenje nakon završetka rada.

Pri mjerenju smo naročito pazili da bude potpuno ujednačeno mjesto mjerenja, postupak, položaj tijela, tehnika itd., kako bismo na taj način izbjegli eventualne subjektivne faktore.

Za statističku obradu uzeli smo oscilometrički indeks, bez obzira u kojem se tlačnom području javio, jer nam je svrha da ispitamo prokrvljenje u optimalnom tlačnom području.

Od 306 ispitanika isključili smo one sa srčanim manama, varikoznim sindromima, poliomijselitičkim parezama i raznim vazopatijama, tako da su nam ostala 162 ispitanika, koje su strane krvno-žilnog sistema možemo smatrati kao »normalne«. Ispitanici su bili s različitih radnih mje-

sta, ali smo radna mjesta detaljno karakterizirali kao radna mjesta s kretanjem, sa stalnim sjedenjem ili stalnim stajanjem. U statističku obradu nisu uzeta ona radna mjesta kod kojih postoji kombinacija stajanja, sjedenja i kretanja.

REZULTATI I DISKUSIJA

Ispitanike smo podijelili na tri skupine, s obzirom na radna mjesta: radna mjesta sa stajanjem (70 ispitanika), radna mjesta sa sjedenjem (50 ispitanika) i radna mjesta s hodanjem (42 ispitanika).

Rezultati su obrađeni za svaku grupu i za svaku stranu (desno, lijevo) Fisher-Student t-testom, a sumarni rezultati statističke obrade pojedinih skupina prikazani su na slijedećoj tablici:

Tablica

Grupa zvanja i strana		Srednje vrijednosti		Varijabil- nost (SD)		Razlika srednjih vrijednosti	Vrijednost t-testa	Razina značajnosti
		6 ^h M _I	14 ^h M _{II}	6 ^h M _I	14 ^h M _{II}			
Radna mjesta sa stalnim stajanjem 70 ispit.	D	35,43	22,66	10,4	7,36	12,74	18,60	1%
	L	32,98	21,20	10,3	8,29	11,94	20,00	1%
Sjedeća radna mjesta sa stalnim sjedenjem 50 ispit.	D	30,23	20,24	8,22	7,98	9,70	17,64	1%
	L	29,38	19,96	7,26	7,10	9,16	20,00	1%
Radna mjesta s kretanjem 42 ispit.	D	32,70	34,85	11,89	10,1	1,88	3,75	1%
	L	33,69	36,45	8,78	9,1	2,83	5,49	1%

1. Postoji statistički značajno smanjenje oscilometrijskih vrijednosti (t) u 14^h prema vrijednostima u 6^h u grupi stojećih i sjedećih radnih mjesta na desnoj i lijevoj nozi.

Naš osnovni zadatak bio je da ustanovimo postoji li razlika u prokrvljenju, iskazana oscilometrijskim indeksom, na početku i na kraju rada kod stojećih radnih mjesta.

Kod grupe *stojećih radnih mjesta* ustanovljeno je statistički značajno smanjenje na kraju radnog vremena. Izraženo u M_D iznosi desno = -12,74, lijevo = -11,94, što dokazuje da se oštećenje cirkulacije može objektivno pokazati.

Kod grupe *sjedećih radnih mjesta* postoji također statistički značajno smanjenje oscilometrijskih vrijednosti, ali je M_D nešto niži i iznosi desno $M_D = -9,7$, lijevo $M_D = -9,16$. Mi to ovdje samo registriramo, ne ulazeći u detaljnu analizu cirkulacije sjedećih zvanja; mehanizam povrata krvi ima sličnosti sa stojećim zvanjima (hidrostatski tlak), ali i različitosti (smanjenje tonusa mišića).

2. *Postoji statistički značajno povišenje oscilometrijskih vrijednosti (t) u 14^h prema vrijednostima i 6^h u grupi radnih mjesta s kretanjem, na lijevoj i desnoj nozi (potvrđeno i χ^2 testom).*

Kod radnika koji se na radnom mjestu kreću djeluju svi mehanizmi za povrat krvi, pa je jasno da ne možemo očekivati oštećenje cirkulacije. Povišenje vrijednosti oscilometrijskog indeksa na kraju radnog vremena je statistički značajno, ali je brojčano izraženo maleno (M_D lijevo $+2,83$, desno $+1,88$).

3. *Nema statistički značajnih razlika oscilometrijskih vrijednosti u 6^h na lijevoj nozi ($t = 0,375$) i desnoj nozi ($t = 1,274$) kod grupe radnih mjesta sa stajanjem i grupe radnih mjesta s kretanjem.*

Početne oscilometrijske vrijednosti u 6^h kod grupe radnih mjesta sa stajanjem i radnih mjesta upokretu iznose desno $M_I = 35,43 : 32,27$, a lijevo $M_I = 32,98 : 33,69$, što su male razlike, a nisu ni statistički značajne.

4. *Postoji značajna razlika oscilometrijskih vrijednosti u 6^h na lijevoj nozi između grupe koja sjedi i grupe u pokretu ($t = 2,578$ na razini značajnosti 1%), dok ta razlika na desnoj nozi nije značajna ($t = 1,1$).*

Početne vrijednosti u 6^h kod grupe koja sjedi prema grupi u kretanju iznose lijevo $M_I = 29,38 : 33,69$, desno $M_I = 30,23 : 32,7$. M_D iznosi lijevo 4,31 i statistički je značajna, dok desno M_D iznosi 2,37 i nije statistički značajna.

5. *Postoji statistički značajna razlika oscilometrijskih vrijednosti u 6^h na desnoj nozi između grupe koja stoji i grupe koja sjedi ($t = 2,962$) na razini značajnosti 1%, dok je na lijevoj nozi između istih grupa u razini značajnosti između 5% i 1%.*

Početne vrijednosti u 6^h kod grupa stojećih i sjedećih radnih mjesta iznose desno $M_I = 35,43 : 30 : 23$, $M_D = -5,20$; lijevo $M_I = 32,98 : 29,38$, $M_D = -3,60$. Obje su vrijednosti statistički značajne, samo je razina značajnosti desno 1%, a lijevo između 5% i 1%.

Rezultati pod 4. i 5. pokazuju da je prosjek početnih vrijednosti kod onih koji sjede, u odnosu na one koji stoje i koji su u pokretu, niži, s raznim nivoima značajnosti. To pokazuje da kod radnih mjesta sa sjedenjem postoji akumulacija faktora koji djeluju, ali ih je zbog velikog registra mogućnosti teško evaluirati. Takva akumulacija ne postoji kod radnih mjesta sa stajanjem i radnih mjesta u kretanju.

6. *Postoji statistički značajno smanjenje oscilometrijskih vrijednosti u 14^h na desnoj i lijevoj nozi između grupa koje stoje i grupa koje sjede prema grupi u kretanju. (Stojeći: pokret lijevo $t = 9,08$, desno $t = 7,37$; sjedeći: pokret lijevo $t = 9,37$, desno $t = 7,75$)*

7. Nema značajnih razlika oscilometrijskih vrijednosti u 14^h na desnoj i lijevoj nozi između grupa onih koji stoje i onih koji sjede (lijevo $t = 0,91$, desno $t = 1,77$).

Rezultati pod 6. i 7. pokazuju odnose završnih oscilometrijskih vrijednosti raznih grupa ispitanika. Postoji značajno smanjenje između grupe u pokretu i grupe onih koji stoje ili sjede:

Pokret: stojeći

$$D \quad M_{II} = 34,85 : 22,66; M_D = -12,19; t = 9,08$$

$$L \quad M_{II} = 36,45 : 21,20; M_D = -15,25; t = 7,37$$

Pokret: sjedeći

$$D \quad M_{II} = 34,85 : 20,24; M_D = -14,61; t = 7,73$$

$$L \quad M_{II} = 36,45 : 19,96; M_D = -16,49; t = 9,73$$

Završne vrijednosti (razlike) između grupe onih koji stoje i onih koji sjede nisu statistički značajne i iznose:

$$D \quad M_{II} = 22,66 : 20,24; M_D = 2,42; t = 1,77$$

$$L \quad M_{II} = 21,20 : 19,96; M_D = 1,24; t = 0,91$$

8. Nema značajnih razlika u oscilometrijskim vrijednostima ni u jednoj grupi između desne i lijeve noge.

ZAKLJUČAK

Naša ispitivanja imala su zadatak da oscilometrijskim istraživanjima ustanove da li postoje promjene oscilometrijskih vrijednosti donjih ekstremiteta u okviru jednog radnog vremena kod radnih mjesta, na kojima se radi stojeći, radnih mjesta na kojima se radi sjedeći i radnih mjesta s kretanjem; ujedno, da li su te pojave takve, da ih možemo objektivno registrirati.

Za statističku obradu uzeli smo 162 ispitanika, odvojivši za našu svrhu samo one, kod kojih postoje normalni uslovi cirkulacije, pa možemo smatrati da imaju »normalni« krvo-žilni sistem. Ispitanici su grupirani u tri skupine: 70 na radnim mjestima na kojima se stalno sjedi i 42 na radnim mjestima sa stalnim kretanjem.

Rezultati su pokazali da postoji smanjenje oscilometrijskih vrijednosti – a time i prokrvljenja – donjih ekstremiteta na kraju radnog vremena, te da mjereno v. Recklinghausenovom »scala alternans« iznosi kod radnih mjesta sa stajanjem $M_D = -12,84$ desno i $M_D = -11,94$ lijevo, i da je statistički značajno (*Student-Fisher t-test*). Kod radnih mjesta sa sjedenjem ta razlika iznosi lijevo $M_D = -9,16$, a desno $M_D = -9,7$, i to je statistički značajno. Kod zvanja sa stalnim kretanjem je obrnuto – a to je i razumljivo, jer djeluju svi mehanizmi venskog povrata, pa postoji povišenje oscilometrijskih vrijednosti na kraju radnog vremena u odnosu na početne vrijednosti. Iako brojčano malena ($M_D = +1,88$ desno, $M_D = +2,83$ lijevo), i ta je razlika statistički značajna.

Iz svega toga izvodimo zaključak da radna mjesta na kojima se rad vrši stojeći djeluju izrazito nepovoljno na cirkulaciju donjih ekstremiteta, odnosno na venski povrat. To je oštećenje takvo, da ga možemo objektivno registrirati unutar jednog radnog vremena, i mjereno u razlici oscilometrijskog indeksa iznosi lijevo $M_D = -11,94$, desno $M_D = -12,74$, i statistički je značajno.

Literatura

1. Mandić, V.: Arhiv za med. rada i toksikol. 15 (1964), 291.
2. Ravina, A., Patel, J.: Traité de médecine, Tome XI, Masson, Paris 1948.
3. Soula, L. C.: Précis de physiologie, Masson, Paris 1947.
4. Sergent, E.: L'exploration clinique médicale, Masson, Paris 1958.
5. Allen, E. V., Barker, N. W., Hynes, E. A.: Peripheral Vascular Diseases, Saunders, Philadelphia-London 1955.
6. Kaindl, F.: Gazetta sanitaria 6 (1956), 3.
7. Stančić-Rokotov, F.: Lij. vjesnik 78 (1956), 519.
8. Makarov, V. A.: Arterijalna oscilografija vo vračebno-sportivoi praktike, Medgiz, Moskva 1958.
9. Salaun: cit. po Ravini i Patclu.
10. Singer, Eckelberg: cit. po Kaindlu.
11. Windus, H.: Dtsch. med. Wschr. 77 (1952), 137.
12. Gesenius, H.: Dtsch. med. Wschr. 74 (1949), 1.
13. Serkin: cit. po Makarovu.

Summary

OSCILLOMETRIC EXAMINATIONS OF THE LOWER EXTREMITIES CIRCULATION AT WORKING PLACES WITH VARIOUS BODY POSTURES - WITH SPECIAL REGARD TO STANDING POSTURES

Standing postures at work endanger the dynamic balance in the complicated mechanism of venous return from the lower extremities to the heart. The author's investigations have been aimed at establishing:

1. whether there exist changes of blood supply of the lower extremities in standing, sitting and walking postures at work, and
2. whether the changes can be registered during a working shift.

The oscillometric method has been used in the examinations. Measurements were made in the course of a systematic orthopaedic survey in a printing works. Oscillometric values were recorded at the beginning and at the end of the shift. Out of 306 examined persons only 162 workers with a normal vascular system (including normal heart action) were taken into consideration. 70 of them occupied at work a continuously standing posture, 50 of them a constantly sitting posture, and 42 a walking posture.

The results have shown that there exist a decrease of oscillometric values of the lower extremities in standing postures, which amounts to $M_D = -12,74$ on the right, to $M_D = -11,94$ on the left (v. Recklinghausen's scala alternans) and is statistically significant (Student-Fisher t-test). In walking postures there is a slow increase ($M_D = +1,88$ on the right, $M_D = +2,83$ on the left), and in sitting postures a decrease ($M_D = -9,70$ on the right, $M_D = -9,16$ on the left).

The author concludes that standing postures at work exert a negative influence on the venous blood return from the lower extremities and that the noxious effect during a shift may be objectively recorded by the decrease of the oscillometric index.

Orthopaedic Clinic, Medical Faculty,
University of Zagreb

Received for publication:
June 17, 1964