

BALLISTOKARDIOGRAM SPORTOVců V KLIDU A PO NÁMAZE

MUDr. Milan NEVRTAL

Z katedry patologické fyziologie lékařské fakulty J. E. Purkyně Brno, oddělení experimentální medicíny.

Vedoucí katedry: Doc. CSc. MUDr. Jaromír VAŠKŮ

Ballistokardiografie je cenná a dostupná metoda funkčního vyšetření srdce při sportovní činnosti, která umožňuje sledovat změny krevního oběhu po námaze.

Systolické vlny (H, I, J, K) se po námaze zvětšují a diastolické (L, M, N, O) mizí a objevují se znovu při zpomalení srdeční akce.

Ballistokardiografií u sportovců se zabývali ve svých pracech četní autoři [1, 5, 6, 8].

Ve svém sdělení jsme si stanovili za úkol zjistit normální klidové hodnoty vln bkg křivky sportovců, srovnat je s hodnotami nesportovců a zjistit vliv sportovního výkonu na bkg.

Metodika a vyšetření:

Vyšetřili jsme 73 sportovců, 58 mužů a 15 žen, ve věku od 16 do 35 let. Z toho 6 cyklistů po ujetí silničního závodu na 150 km, 13 boxerů po 2—3 kolech v ringu při mistrovském utkání, 24 fotbalistů po ligovém utkání (po 90 min. hry), 14 letců po 25—35min. letu v proudové stíhačce, 14 hráček házené po 1 a 1/2 hod. tréninku, 9 plavců po uplavání 400—800 m v tréninku.

Vyšetření jsme prováděli před a po sportovním výkonu.

Ekg jsme registrovali na Mingografu - Elema a bkg vyšetření jsme zaznamenávali přenosným elektromagnetickým snímačem podle Dockova principu.

Amplitudy bkg vln skupiny 14 proudových pilotů jsme v celkovém hodnocení nepočítali k výsledkům zjištěným u ostatních sportovců, poněvadž žádný z vyšetřovaných letců neprovádí závodně sport. Hodnotili jsme zde pouze vliv g - přetížení na oběhový systém. Vyšetření jsme prováděli před letem a 2—7 minut po letu. 4 piloti prováděli akrobacii po dobu 35 minut.

V kontrolní skupině 20 klinicky zdravých mužů, ve věku od 17—35 let, jsme zjišťovali klidové, maximální hodnoty amplitud H—I, I—J, J—K, K—L, L—M, M—N pro porovnání s hodnotami naměřenými u sportovců.

Výsledky vyšetření:

Maximální hodnoty amplitud H—I, I—J, J—K, K—L, L—M, M—N na bkg křivce klidové a po námaze uvádíme v tabulce č. 1 a č. 2.

Tabulka 1

Muži — celkový počet vyšetřených — 44 — klidová křivka

Maximální hodnoty amplitud	V rozmezí od — do	Průměrná hodnota
H — I	4 — 25 mm	13 mm
I — J	15 — 41 mm	25,7 mm
J — K	21 — 52 mm	32,6 mm
K — L	13 — 48 mm	24,5 mm
L — M	7 — 35 mm	14,4 mm
M — N	4 — 25 mm	7,7 mm

Tabulka 2

Ženy — celkový počet vyšetřených — 15 — klidová křivka

Maximální hodnoty amplitud	V rozmezí od — do	Průměrná hodnota
H — I	5 — 9 mm	6,2 mm
I — J	14 — 38 mm	19,7 mm
J — K	15 — 47 mm	23,6 mm
K — L	7 — 35 mm	17,6 mm
L — M	4 — 20 mm	8,4 mm
M — N	3 — 12 mm	6,1 mm

Po námaze

Maxim. hodn. amplitud	V rozmezí od—do	Zvětšení amplitud	Zmenšení amplitud	Nezměněno	Průměrná hodnota
	mm	počet	počet	počet	mm
H — I	8—25	32	12	0	16,3
I — J	16—60	35	5	4	33,5
J — K	24—60	37	6	1	43,2
K — L	0—50	36	7	1	33,9
L — M	0—28	8	36	0	3,8
M — N	0—13	4	39	1	1

Po námaze

Maxim. hodn. amplitud	V rozmezí od—do	Zvětšení amplitud	Zmenšení amplitud	Nezměněno	Průměrná hodnota
	mm	počet	počet	počet	mm
H — I	4—12	8	2	5	11,6
I — J	13—40	14	1	0	26
J — K	15—55	14	1	0	34
K — L	0—44	11	4	0	19,5
L — M	0—12	1	14	0	1,5
M — N	0—10	1	14	0	1,3

Tabulka 3

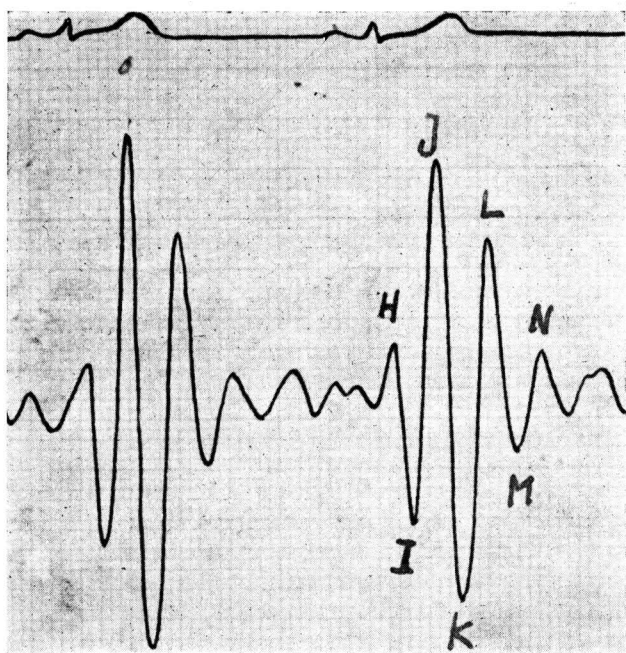
Kontrolní skupina 20 zdravých mužů ve věku 17–35 let

Maximální hodnoty amplitud	V rozmezí od — do	Průměrná hodnota
H — I	3 — 10 mm	7,1 mm
I — J	11 — 25 mm	16,9 mm
J — K	13 — 35 mm	22,2 mm
K — L	9 — 30 mm	18,1 mm
L — M	5 — 20 mm	9,1 mm
M — N	3 — 15 mm	5,6 mm

U mužů jsme v 17 případech z 44 (36,3 %) a u žen ve 4 případech z 15 (26,6 %), tj. celkem v 21 případech z 69 pozorovali na bkg pozdní M typ s vysokou L vlnou: J zmenšené, K normální, L vyšší až rovné J.

U mužů bylo klidové bkg ve 43 případech 0° podle Brownovy klasifikace a jednou I°. Po námaze bylo bkg ve 20 případech 0°, 21× I° a ve 3 případech II°.

U žen bylo klidové bkg 15× 0°. Po námaze 11× 0° a 4× I°.



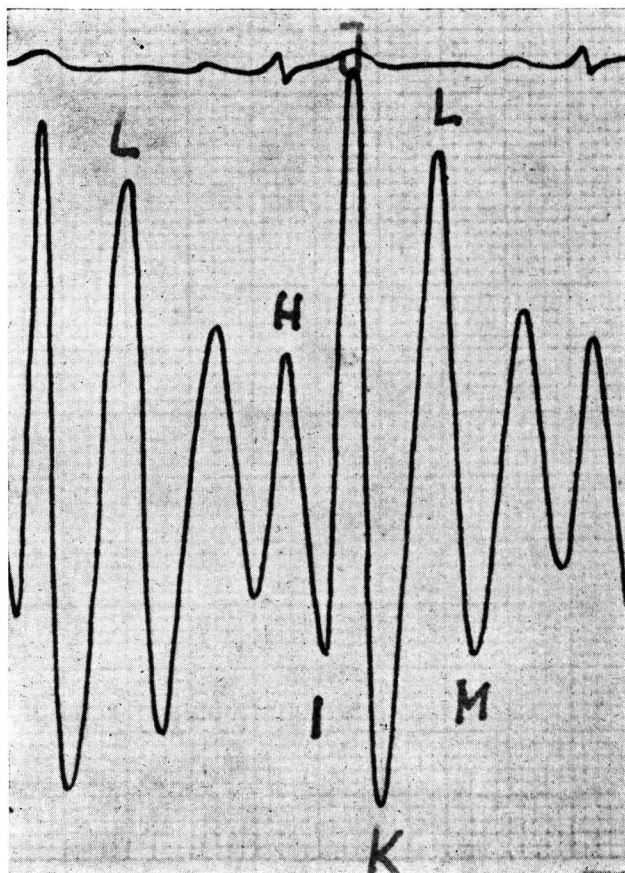
Obr. 1

Obr. č. 1: bkg 16letého sportovce, plavce. Stupeň 0.

Obr. č. 2: typ pozdního M na bkg 26letého fotbalisty. Vysoké L vlny.

Na bkg křivce po námaze jsme ve 45 případech (z 59) pozorovali vymizení M při frekvenci srdeční od 80–150/min., vymizení N v 56 případech při stejné frekvenci, vymizení L ve 3 případech při pulsu od 110–140/min.

Obr. č. 3a: klidové bkg 25letého fotbalisty. Stupeň 0. b) Po námaze vymizely M a N vlny. Pulsová frekvence v klidu 55/min., po námaze 100/min.



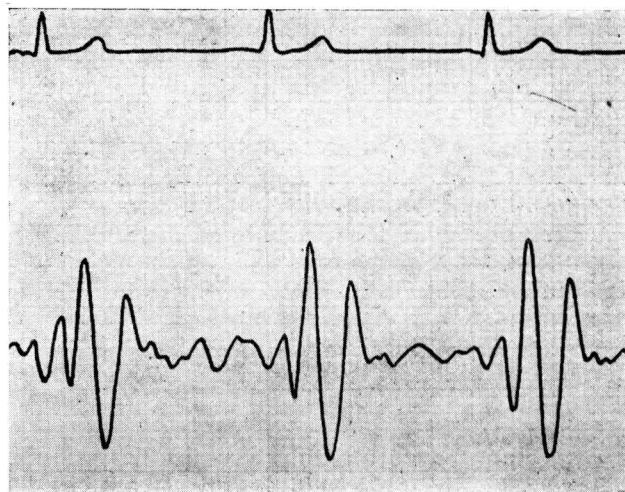
Obr. 2

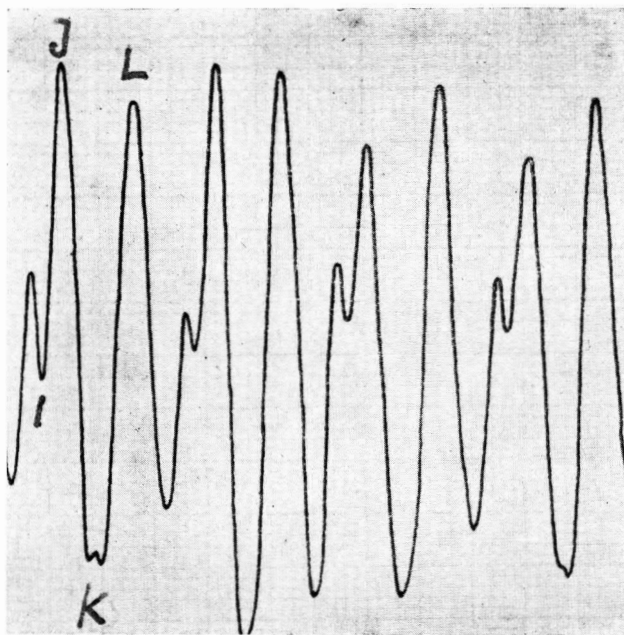
Ve skupině 14 letců jsme po letu nepozorovali žádné změny na bkg, i když 11 z nich bylo během letu vystaveno účinku přetížení 2–7 g. Všechny křivky bkg před letem byly 0°, po letu jen jedna přešla I°.

Diskuse

Naměřené maximální hodnoty jednotlivých amplitud vln bkg křivek sportovců mužů v klidu jsou daleko vyšší než hodnoty v kontrolní skupině klinicky zdravých lidí (mužů) ve věku od 17–35 let.

Obr. 3a





Obr. 3b

Dock uvádí tyto maximální hodnoty amplitud u mladých lidí: H—I 8,5 mm, I—J 19,4 mm, J—K 22,2 mm.

Klidové a ponámačové hodnoty vln bkg u sportovců mužů, uvedené v tab. č. 1, se shodují s údaji, které ve své práci uvádějí Abbini a Lapicciarella (1) z vyšetřené skupiny 46 sportovců ve věku od 18—34 let (9 kanoistů a 37 fotbalistů). Autoři uvádějí tyto hodnoty maximálních amplitud: H—I 29/32 mm (v klidu/a po námaze), I—J 41/39 mm, J—K 50/47 mm. Podobné výsledky ve svých pracech uvádí Doliopoulos a Bangou, Kušeleviskij a Kokosov i Šugova (5, 6, 8).

Oproti námi zjištěným 17 bkg křivkám s pozdním typem M u mužů (ze 44 vyšetřených, tj. v 36,3 %) a 4 bkg křivkám s typem pozdního M u žen (z 15 vyšetřených, tj. 26,2 %), vyskytuje se tento v 40,7 % ze 102 fotbalistů, vyšetřených Kušeleviským a Kokosovem (6) a v práci Abboniho a Lapicciarely (1) v 87 %. Tito autoři považují pozdní typ M za specifický obraz u trénovaných sportovců.

Četní autoři Hamilton, Luisada, Sibilia, Abbini a Lapicciarella (1) považují O a N vlnu za projev doznívajících kmitů, kdežto L a M vlnu za projev kardio-vaskulárních sil. Z těchto důvodů mizí O a N dříve, M a L teprve při značně zvýšené srdeční akci po větší námaze.

Naše pozorování o mizení těchto vln na bkg po námaze se shodují s výsledky uvedenými v práci Abboniho a Lapicciarely (1).

V nám dostupné literatuře jsme nezjistili údaje o vlivu g-přetížení na bkg, registrované buď za letu nebo po letu. Změny vyvolané za letu jsou prchavé a piloti i bez anti-g-oděvu se jim dovedou někdy bránit zvýšením břišního lisu. Po letu bkg křivka nevykazovala změny u našich vyšetřených.

Bkg sportovců po námaze (tréninku a sportovním výkonu) poskytuje další aspekty na problém sportovního srdce, i když k posuzování změn

krevního oběhu vyvolaných námahou je nutno brát v úvahu i humorální změny u sportovců a vyšetření klinické, včetně ostatních měřicích grafických metod.

Tyto bkg výsledky mohou mít i význam pro klinickou medicínu jako ukazatel reakce zdravého a trénovaného srdce.

Pro posouzení funkčního stavu krevního oběhu provádějí četní autoři — Dock, Makinson, Mandelbaum (2, 3, 4, 7) aj. ponámačové bkg vyšetření u pacientů bez srdeční choroby i se srdeční chorobou. I my používáme námačových testů a testů s elastickým břišním obinadlem k diagnostice latentní kongesce u hypertenzivní a koronární choroby.

Ve skupině vyšetřených žen jsme zjistili menší hodnoty maximálních amplitud H—I, I—J, J—K, K—L, L—M, M—N než u sportovců-mužů, převyšují však hodnoty u zdravých, netrénovaných mužů.

Stogova (8) ve své práci uvádí, že hemodynamická systola u sportovců je v rozmezí 0,27 až 0,31 sek., u nesportovců 0,24—0,26 sek. Hemodynamická diastola je u sportovců 3—3,5× větší než systola, u nesportovců jen 2—2,5×. Při sledování sportovců zjistila, že se zlepšením stupně trénovanosti se hodnoty zvětšovaly.

Závěry

U dobře trénovaných sportovců při námaze se zvětšuje pracovní výkon srdce, stahy myokardu jsou pravidelnější a bkg nejeví známek abnormality.

Ponámačové bkg vyšetření sportovců svědčí o dobré nervové regulaci srdeční činnosti, o ekonomické práci srdce a jeho zvýšené vypuzovací schopnosti.

Bkg poskytuje představu o funkčním stavu krevního oběhu a může být jednou z metod — za současného použití i jiných měření — dlouhodobého sledování trénovanosti sportovce.

Daleko větší hodnoty amplitud vln bkg v klidu jsou u sportovců výrazem větší vypuzovací síly komor, lepšího pulmo-cirkulačního, flebokinetického a venopresorického mechanismu a větší náplně komor.

Souhrn

Elektromagnetickou bkg metodou podle Docka vyšetřeno 59 sportovců, mužů a žen, ve věku od 16—35 let, v klidu i po sportovním výkonu. Klidový bkg sportovců byl u 58 vyšetřených 0°, jednou 1°, podle Brownovy klasifikace. Klidové hodnoty maximálních amplitud bkg vln u sportovců jsou větší než u netrénovaných vyšetřených stejného věku a jsou výrazem zvýšené vypuzovací síly srdečních komor.

Po námaze mizely u vyšetřených na bkg M a N vlny a při vyšší frekvenci i L vlna.

Ve zvláštní skupině vyšetřeno 14 proudových pilotů před i po letu, po němž nepozorovány vlivem g-přetížení na bkg žádné změny.

Резюме

Электромagnetическим баллистокaрдioгpaфическим методом, предложенным Доком, автор исследовал 59 спортсменов, мужчин и женщин в возрасте от 16 до 25 лет, в покое

и после спортивной нагрузки. Исходя из классификации Брауна, баллистокardiограмма в покое была у 58 обследованных спортсменов 0°, в одном случае I°. Величины максимальных амплитуд волн баллистокardiограмм в покое были у спортсменов большими, чем у нетренированных лиц того же возраста и наглядно свидетельствуют о том, что сократительная способность желудочков сердца бывает у них повышена.

После нагрузки на баллистокardiограммах обследованных исчезали волны M и N, а при большей частоте и волна L.

В особую группу вошло 14 летчиков, летающих на реактивных самолетах, у которых исследование проводилось до и после полета, после которого на баллистокardiограммах не наблюдалось никаких изменений, которые можно было бы отнести за счет перегрузки (g).

Summary

The electromagnetic ballistocardiographic method of Dock was used for the examination of 59 sportsmen and sportswomen, aged from 16 to 35

years, at rest and after a sports performance. At rest the ballistocardiogram of these subjects was in 58 instances 0°, in one subject I°, according to Brown's classification. The maximal deflections of the ballistocardiogram at rest are larger in trained subjects, and are the expression of an increased ejectory power of the ventricles.

After exertion the M and T waves disappeared and in faster heart rates also the L wave.

Examined were also 14 jet-pilots, before and after a flight, the acceleration (g) had no effect on the ballistocardiogram.

Písemnictví

1. Abboni F., Lapicciarella V.: *Cardiologia* 30, 228, 1957.
2. Brown, H. R., De Lalla, V.: *Amer. J. Med.* 9, 715, 1950.
3. Dock, W., Mandelbaum, H., a R. A.: *Ballistocardiography*, St. Louis 1953.
4. Dock, W., Taubmann, F.: *Amer. J. Med.* 7, 751, 1949.
5. Doliopoulos, T., Bangou, H.: *Cardiologia* 23, 5, 1953.
6. Kuševskij, B., Kokosov, A.: *Sport. med., Práce 12. jub. mezinár. kongresu sport. lék. 1958, Medgiz, Moskva 1959.*
7. Makinson, D. H.: *Circul. II.*, 186, 1950.
8. Stogova, L.: *Sport. med., Práce 12. jub. mezinár. kongresu sport. lék. 1958. Medgiz, Moskva 1959.*