

FUNKCIONÁLIS DIAGNOSZTIKAI VIZSGÁLATOK A REPÜLŐ- ÉS ŰRORVOSI GYAKORLATBAN

Dr. Remes Péter orvos ezredes

Ki alkalmas? KÖVETELMÉNYEK

- Legyen képes elviselni a repülés és űrrepülés **kedvezőtlen élettani hatásait** és őrizze meg a **munkaképességét**
- Katonai repülés és katonai űrrepülés a foglalkozás csúcsa – **magasabb követelmények**
- A magyar repülő- és űrorvostan **világszínvonalú**
(Dr. Merényi Scholtz Gusztáv o. altáb., II. vil. háb., 1980-as 1990-es évek)

A REPÜLÉS PIRAMISA



KÜLÖNBÖZŐ BEOSZTÁSOK – ELTÉRŐ KÖVETELMÉNYEK



1. Repülő-hajózó állomány:

Léghajós, repülőgépvezető, űrhajóvezető

Pilóta-asztronauta-kozmonauta-űrhajós

Fedélzeti mérnök-navigátor-utaskísérő

Küldetés parancsnok – pilóta – rakomány
specialista – tudós (mérnök, orvos, geológus,
csillagász, tanár)

2. Utas - űrturista

A REPÜLÉS ÉS ŪRREPÜLÉS KEDVEZŐTLEN ÉLETTANI HATÁSAI

- Hypoxia – decompressio – explosiv decompressio
- Gyorsulások (lienális, szög, Coriolis), gavitációs túlterhelés
- Zaj, vibráció, hőhatások
- Kozmikus sugárzás

A REPÜLÉS ÉS ŪRREPÜLÉS KEDVEZŐTLEN ÉLETTANI HATÁSAI

- Dezorientáció, illúziók
- Stressz (fizikai, pszichikai)
- Bezártság – ingerszegény környezet – életveszély – félelem
- Munkaképesség

A SÚLYTALANSÁG KEDVEZŐTLEN HATÁSAI

- Immobilisatio – hypodinamia – sorvadás – detrenirozottság – adaptáció – readaptáció
- Egyensúlyzavarok, űrmozgás betegség
- Folyadék és ásványi anyagvesztés
- Szív és érrendszeri károsodások
- Csontritkulás
- Izomsorvadás
- Anyagcsere változás

1970.

Szojuz-9. 18 napos űrrepülés



A. Nyikolajev



V. Szevasztyanov

Szojuz-9



Nyikolajev



Csípő körfogat 7,5 cm
Láb körfogat 3,5 cm
Izomerő 78%
Szív 12,5% kisebb
Szív térfogat 80% kisebb
Percvolumen 50% kisebb
Láz, fájdalom, állás, járás





A. Nyikolajev



V. Szevasztyanov

ŰRHAJÓS ORVOSOK



Poljakov és Krikaljev
MIR. 1988. 240 nap



V. Poljakov űrhajós orvos J. Uszajevtől vért vesz.
EO-15. MIR. 1997. 437 nap (összesen 678 nap)

КОСМОНАВТЫ ИМБП
ОТБОР И МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА



Первый в мире космонавт В. С. Ягоров во время тренировки, 1964 г.
V. Jegorov, the first in the world cosmonaut in training, 1964

B. Jegorov 1964.
Voszhod-1

ŰRHAJÓS ORVOSOK



J. Dobrokvasina. Szaljut-7 szimulátor. 1984.



B. Morukov űrhajós orvos.
2000. Atlantisz. STS-106.

2011

Sz. Rjazanszkij biokémikus parabolarepülésen



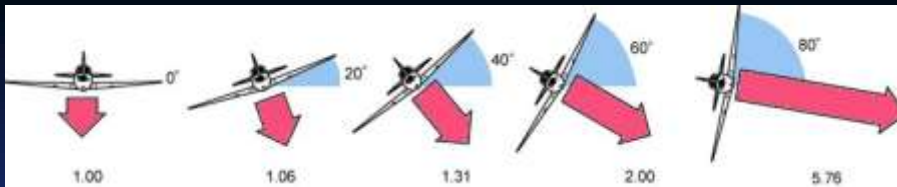
2013. ISS Hajnal modul



FUNKCIONÁLIS DIAGNOSZTIKA

- 1. Szükségessége: A repülés és ürrepülés kedvezőtlen élettani hatásokkal jár. - Nem mindenki képes elviselni. - Az alkalmatlanokat távol kell tartani.
- 2. Indikációja: alkalmasság - megelőzés
- 3. Fontossága: A repülés és ürrepülés veszélyes - történetét vérrel írták

FUNKCIONÁLIS DIAGNOSZTIKA



- 01. Film 2p 30mp a G-tűrőképességről
- Manőverező légi harc – jó G-tűrőképesség
- 6 G - Szürke fátyol – eszméletvesztés repülés közben – rossz pszichofiziológiai kondíció
- Humán centrifugában tűrőképesség meghatározása kötelező
- 8 G eszméletvesztés – hypoxiás tónusos-klónusos görcsök
- G-terhelés és a cselekvőképesség kapcsolata

FUNKCIONÁLIS DIAGNOSZTIKA



- 1998. MiG-29B. Rác Zsolt posztumusz ezds
- 4 perces hibátlan földközeli műrepülés után
- 3,5 –Gz 2 másodpercig, és
- 2,8 +Gz túlterhelés 2 másodpercig tudatbeszűkülés, indokolatlan tevékenység, sebesség, magasság elvesztése
- a „pilóta-repülőgép-környezet” rendszer gyenge pontjává az ember válik, a bekövetkezett repülőesemények 50-60 %-a személyi okokból jön létre
- Repült órák száma – hadrafogható pilóta – bemutató pilóta
- Aktuális pszichofiziológiai kondíció

FUNKCIONÁLIS DIAGNOSZTIKA



- 02. Film 4p 13mp a repülőhalálról
- MiG-21 szuperszónikus elfogó vadász felszáll- tabló
- MiG-23 harmadik generációs szuperszónikus elfogó vadász bedöntés – sebesség – katasztrófa
- Holttest a helyszínen – géproncsok
- Pilóták (59)
- Rácz Zsolt posztumusz ezds – Bakó Ferenc ezds – Reinhardt Róbert szds



FUNKCIONÁLIS DIAGNOSZTIKA

- 03. Film 4p 16mp az űrhajóshalálról
- V. Bondarenko 1961
- V. Grissom, E. White, R. Chaffee
1967
- V. Komarov 1967
- G. Dobrovolszkij, V. Volkov, V.
Pacajev 1971

FUNKCIONÁLIS DIAGNOSZTIKA

- **Funkcionális diagnosztikai szemlélet** kialakítására és a defenzív gyakorlat feladására van szükség
- A szemlélet alapja az objektív, sokoldalú **funkcionális vizsgálatokkal jól körülhatárolt egészségi állapot** (latens funkcionális károsodás), a repülési megterhelés és a repülési tapasztalat dinamikus kompromisszuma
- A funkcionális diagnosztika feladata a **látens funkcionális károsodások korai feltárása**, a munkavégző képességre való hatásának tanulmányozása, valamint lefolyásának prognosztizálása

FUNKCIONÁLIS DIAGNOSZTIKA

- A repülőorvosi funkcionális diagnosztika sajátossága, hogy a foglalkozásnak megfelelő terheléses vizsgálatok alkalmával vizsgálja a szervezet tűrőképességét
- Extrém külső környezetet modellez:
thermobarokamrában hypobarizmust, hypoxiát, hypothermiát, explozív dekompresziót; sósvizes immerzióban kvázi-súlytalanságot, stb.
- Munkafeltételeket modellez:
repülőgép szimulátorban, gyakorló katapultokban, reális repüléseken, magassági védőfelszerelésben stb.

Terheléses funkcionális diagnosztikai vizsgálatok

1. Veszibuláris érzékenység vizsgálata: hajlamos-e mozgásbetegségekre? Ép-e az egyensúlyszerv?

Metodika: forgószék - szöggyorsulások: Coriolis erők kumulatív hatásának vizsgálata PKUK-NKUK

Hilov hinta: egyenesvonalú gyorsulások

2. Fizikai terhelhetőség vizsgálata: állóképesség, kondíció?
Terheléses EKG, ergometria, komplex spiro-cardio-ergometria, változó irányú gravitációs ergometria

Metodika: Kerékpárergometria, futószőnyeg ergometria, billenőasztalos ergometria (sportágspecifikus, munkaszpecifikus ergometria)

3. Szív-érrendszeri reakciókészség változó irányú gravitációs térben

Metodika: a G- tűrőképesség mérése billenőasztalon

4. Pszichofiziológiai vizsgálatok, IFK, Balaton készülék



Specifikus funkcionális diagnosztikai vizsgálatok

1. Hypoxia – hypobária – expolzív dekompresszió tűrőképességének vizsgálata: kibírja-e? Barokamrában, alacsony légnyomáson a levegőben csökken az oxigén résznyomása és hypoxiás hypoxia jön létre

Metodika: barokamra, 5000m – 5500m – 7600m – 14000m – 40000m

O₂ nélkül, rezervidő, O₂- légzéssel, N-deszaturáció, egyéni életvédelmi felszerelés, magassági ruha, sisak, álarc, légnyomás változás - zuhanópróba



2. Repülés közbeni megterhelések vizsgálata: aktuális pszichofiziológiai kondíció, biológiai fekete doboz, ritmuszavarok elbírálása

Metodika: Holter EKG és RR monitorozás repülés közben, Szirom, Medicina

3. Repülőgép szimulátor vizsgálatok repülőesemény feldolgozása, IFK, LFK elbírálása

Metodika: Holter EKG RR, Balaton

4. Űrrepülés közbeni vizsgálatok: IFK, Balaton készülék

Barokamra vizsgálatok

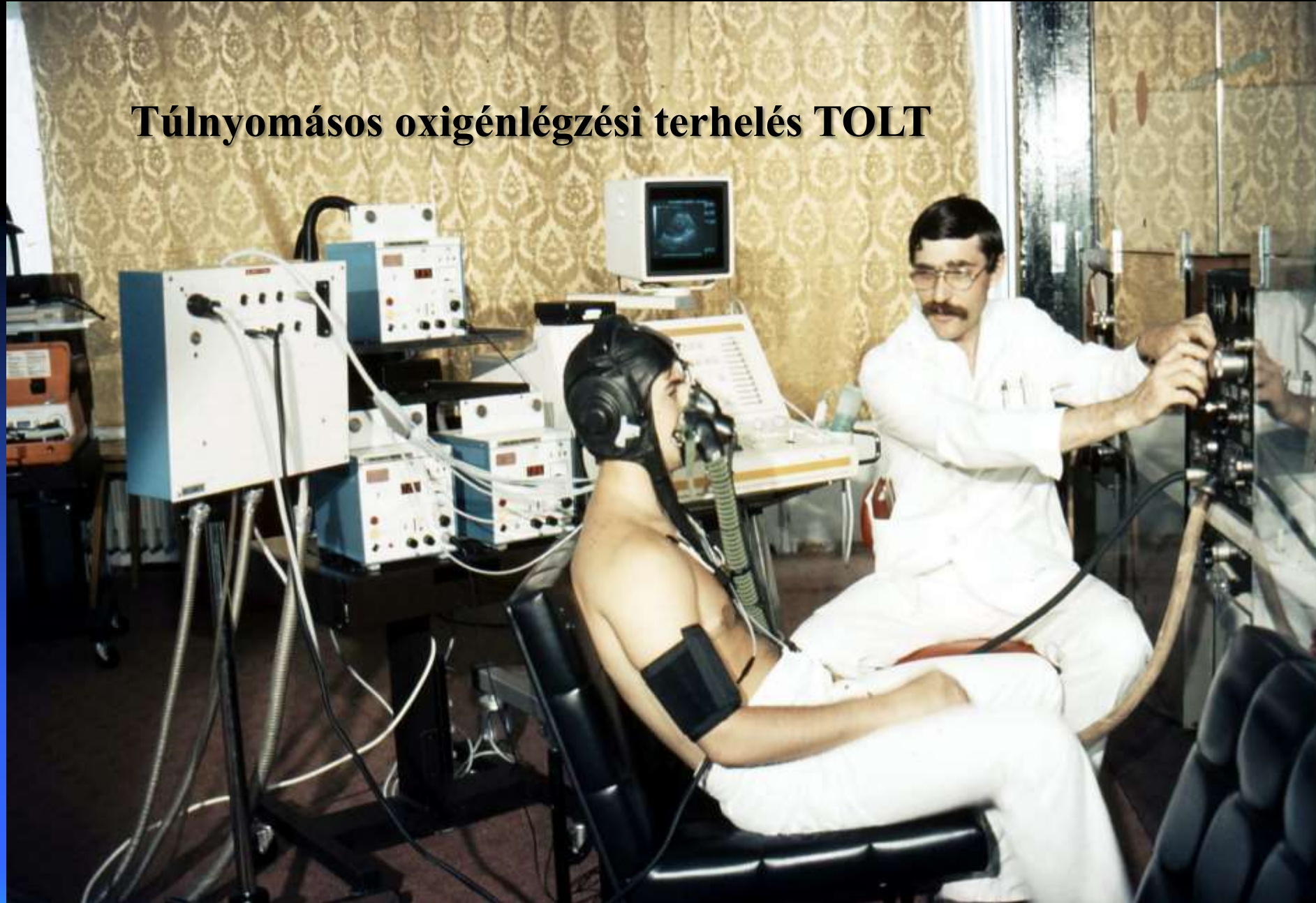
Oxigén szegény környezet, alacsony légnyomás, és hőmérséklet
Hypoxia tűrőképesség, decompresszió tűrőképesség



14 000 m
ROVKI 1993



Túlnyomásos oxigénlégzési terhelés TOLT





Fedélzeti adatrögzítés
TL8 szimulátor – MiG-21
repülés
ROVKI 1976 - 1993

Holter EKG vizsgálat szuperszónikus elfogó vadászpilótánál

- 04. Film 5p a TL8 szimulátor és MiG-21-es elfogó vadászrepülésről
- Holter EKG és vérnyomás mérés szimulátorban
- MiG-21-es szuperszónikus vadászrepülőgépek manőverező légiharca közben felvett EKG felvételek kiértékelése
- Startorvosi vizsgálat
- Holter EKG felszerelése
- Szuperszónikus vadászrepülés
- Repülés utáni orvosi vizsgálat

A teljesítmény élettan

Terhelhetőség, kondíció, állóképesség



2013 – ISS-36 A. Miszurkin



Hypoxiás futószőnyeg



Vertikális futószőnyeg IMBP

Az izommunka energia forrása

- Izomkontractio: energia - ATP hidrolízise
- ATP keletkezése: glikolízis és mitokondriális oxidatív foszforiláció útján
- Aerob energianyerés az oxigénfelvétel lépést tart a szükséglettel
- Anaerob energianyerés: az oxigénfelvétel elmarad a szükséglettől
- Hosszantartó könnyű-közepes munka: inkább zsírégetés
- Nehéz munka: inkább szénhidrát égetés
- Fáradás: szénhidrát készletek kimerülése – zsírégetés – ketózis
- Nyugalmi V_{o2} – alapanyagcsere szintje
- 2-4-szeres V_{o2} – könnyű munka
- 4-8-szoros V_{o2} – nehéz munka

Az izommunka energia forrása

- Foszfagén rendszer biztosítja az izom ATP készletét:
- Kreatin (májban termelődik) – véráram – izomba jut
- Kreatinfoszfáttá alakul -
- Kreatinfoszfát + ADP - kreatinkináz- ATP+kreatin
- Energia szabadul fel – a kreatin vizelettel távozik



Az izommunka energia forrása

- Anaerob glikolízis:
- Glükóz – oxidáció- piruvát-
laktát (tejsav)
- Tejsav – piruvát+oxigén –
ATP-energia
- Tejsav – véráram – máj –
glükózzá alakul – véráramban
rendelkezésre áll
- Glükoneogenezis a glükóz
glikogénné szintetizálódik
(Cori kör)
- Minden glükóz molekula 2
ATP-t termel

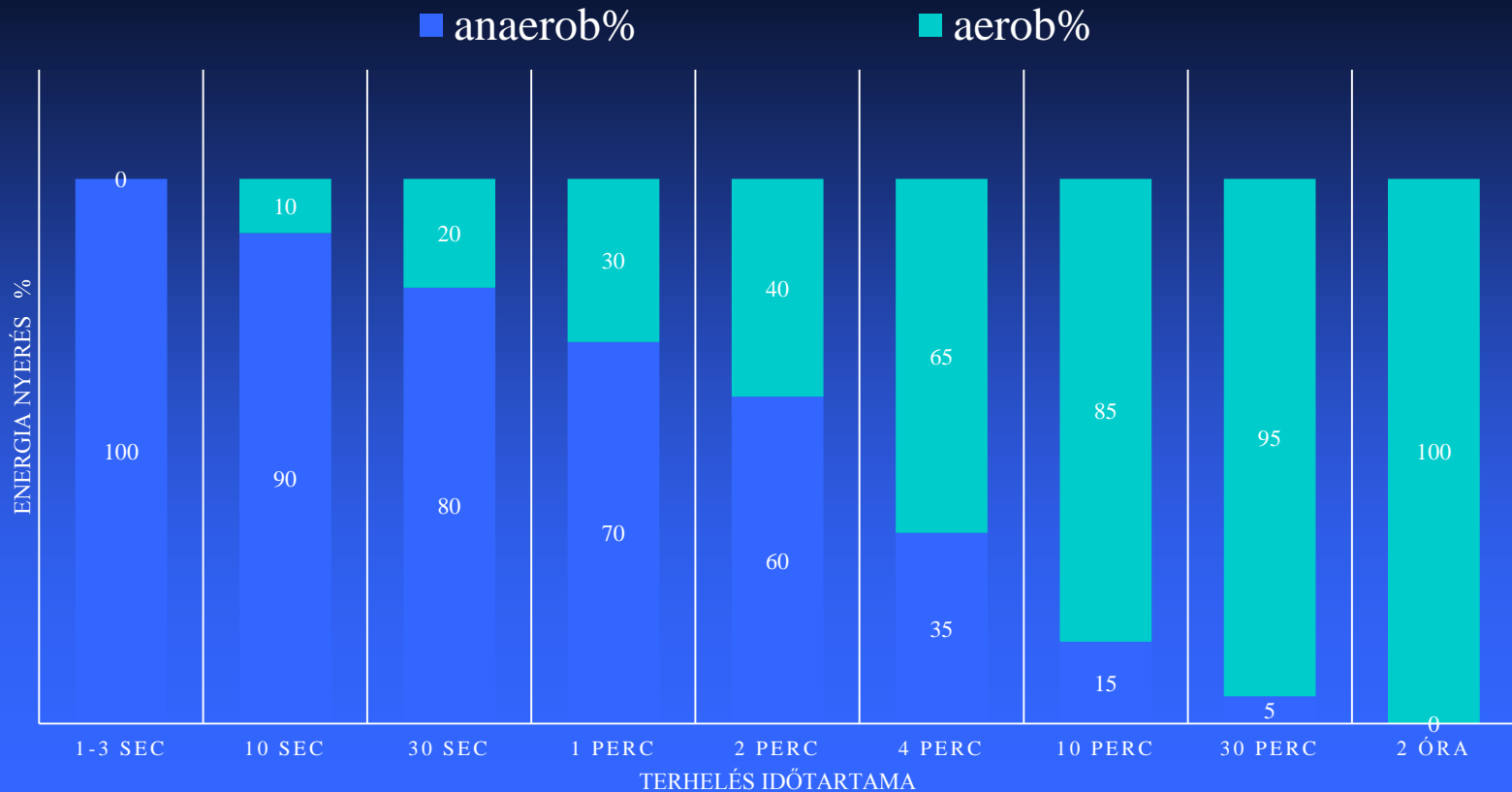


Az izommunka energia forrása

- Aerob energianyerés (a mitokondriumban)
- ATP képződés szénhidrátlebontásból (glikolízis), zsírlebontásból (lipolízis)
- a glükóz molekulából 38 ATP molekula képződik
- A zsírsavból 80-200 ATP molekula képződhet
- Aerob edzés: az izom glikogén és zsír energiájának felhasználása
- Alacsony intenzitású edzés (50% V_{o2max}): főleg zsírégetés
- Közepes intenzitású edzés (70% V_{o2max}): főleg glükózégetés
- Anaerob edzés: az izom glikogén raktárak kiürülése után (30-40 perc)

Az izommunka energia forrása

ANAEROB/AEROB ENERGIA NYERÉS



Edzetség

1. A cardio-vascularis rendszer alkalmazkodása: a szív teljesítményének növekedése, szívizom hipertrófia, systolés volumen-percvolumen növekedése, nyugalmi bradykardia, és hypotonia
2. Légzési teljesítmény fokozódása, légzőizmok, légzés vezérlés, légzési volumenek növekedése, oxigénfelvétel növekedése, oxigén deficit csökkenése
3. Az anyagcsere alkalmazkodása: glikolitikus és mitokondriális enzim-aktivitás fokozódása
ATP, kreatinfoszfát, glikogénkészlet növekedése
4. Feltételes reflexek kialakulása

Teljesítőkéesség

Anaerob alaktacid kapacitás: a kezdeti 10-20 mp-ig o₂ felvétel nélkül, tejsav képződés nélkül, energia biztosítása az izomsejtekben tárolt makroerg foszfátkötések felhasználásából



Anaerob laktacid kapacitás: a kezdeti 1-2 percig, jelentős o₂ felvétel nélkül, energia biztosítása a glükóz oxidációból, tejsav felszaporodással jár

Aerob kapacitás: a légzés-keringés „felfutása” után, az o₂ felvétel volumene

Relatív aerob kapacitás: a tskg-ként felvett o₂

Teljesítőképeség

1. Nyugalmi Vo_2 : 300ml/perc (12% szívizom, 20% vázizom igényére)
3,5ml/tskg percenként=1MET
2. Steady state állapot: tartós munkavégzés Vo_2 : 1000ml/perc,
15ml/tskg perc
3. Maximális steady state állapot: amíg az egyensúlyi állapot fennáll:
percekig tartó munkavégzés Vo_2 : 3500ml/perc, 50ml/tskg perc
4. Vita maxima állapot Vo_2 max: 5-6000ml/perc, 70-85ml/tskg perc
(150 liter/perc ventiláció mellett)

Korlátja:

- a légzés-keringés kapacitása, és az izmok O_2 felvevőképessége,
- csökkenő perctérfogat, hőleadás, glükóz készlet kimerülése, hypoglykaemia, anaerob anyagcsere, acidózis: serum tejsav 4 mmol/l felett, respiratios quotiens $RQ > 1$ (leadott CO_2 /felvett O_2 aránya)



Funkcionális diagnosztikai vizsgálatok a ROVKI-ban

- 05. Film 12p a ROVKI-ban alkalmazott funkcionális diagnosztikai metodikákról
- Magyarai Béla forgószékes vizsgálata
- Magyarai Béla billenőasztalos vizsgálata
- Terheléses EKG futószőnyegen, jelöltek szűrővizsgálata
- Magyarai Béla barokamra vizsgálata Balaton készülékkel
- Tábori mozgó barokamra ismertetése
- Magassági ruha, sisak ismertetése
- TOLT magassági ruhában
- Űrhajósjelölt EEG vizsgálata barokamrában
- Szemészeti vizsgálat
- Kiváltott potenciálok vizsgálata

VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON

- keringő
vérmennyiség
áthelyeződése
- izompumpa
- szívizom károsodás
- orthostaticus
intolerantia

Passzív orthostaticus és antiorthostaticus próba



1977. A methodika bemutatása az Állami Bizottságnak

VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON

- Gauer-Henry reflex
- keringő vérmennyiség áthelyeződik
- felső testfél hyperaemia, oedema
- pitvari nyomás nő
- PNP-BNP nő
- ADH csökken
- diurezis



1980. Farkas Bertalan oedemás arca súlytalanságban

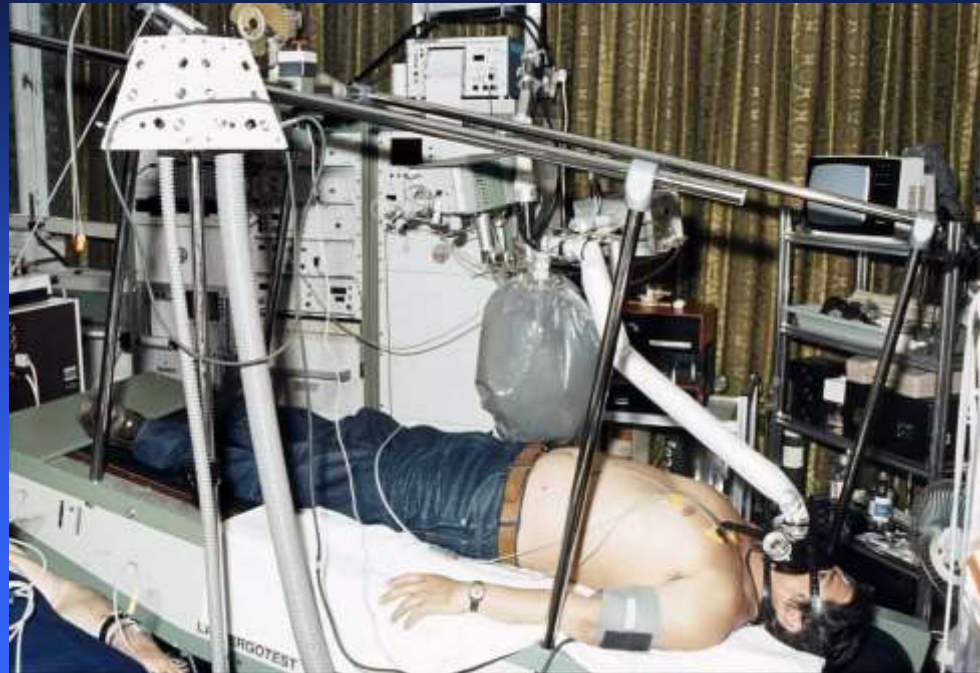
VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON

Invazív nyomásmérés:

1. centrális véna nyomás
2. art. pulm. végdiastolés
nyomás

Szívkatéterezés:

v. cubitalisból beuszó
nyomás érzékelő a
jobb pitvar-jobb kamra-art.
pulm.



Passzív orthostaticus és antiorthostaticus próba

VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON

Talliumklorid izotóp Tl-201 perfúziós scintigraphia

Myocardiális perfusio változása:

1. Nyugalomban
2. Ergometriás vagy gyógyszeres (dipyridamol) terheléses coronaria dilatatio után
3. Billenőasztalon

VVT-hez kötött Th- és Cr-izotópok megoszlásának vizsgálata billenőasztalon



Gammakamerák billenőasztalon 3 régióban: mellkas-has-lábak

VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON

Vérnyomás és a gravitáció

- gravitációs gyorsulás: $0,981\text{m/sec}$, fej-far $+1\text{Gz}$
- nagysága-iránya-aktív izommunka-passzív
- súlytalanság-szimuláció-billenő asztal
- vérnyomás: $120/80\text{ hgmm}$, $0,77\text{ hgmm/cm}$
- álló testhelyzetben (hidrosztatikai nyomás):
 - art. cerebr.: 50 cm balkamra felett: $50*0,77=38,5\text{ hgmm}$
 $120-38,5=61,5\text{ hgmm}$ ($158,5\text{hgmm} -1\text{Gz}$)
 - art.dors.ped.: 100 cm balkamra alatt: 197 hgmm
($43\text{hgmm} -1\text{Gz}$ esetén)
- vénás nyomás: boka 90 hgmm – v. jugularis 0 hgmm -
intracraniálisan v. sagittalis superior -10 hgmm

VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON

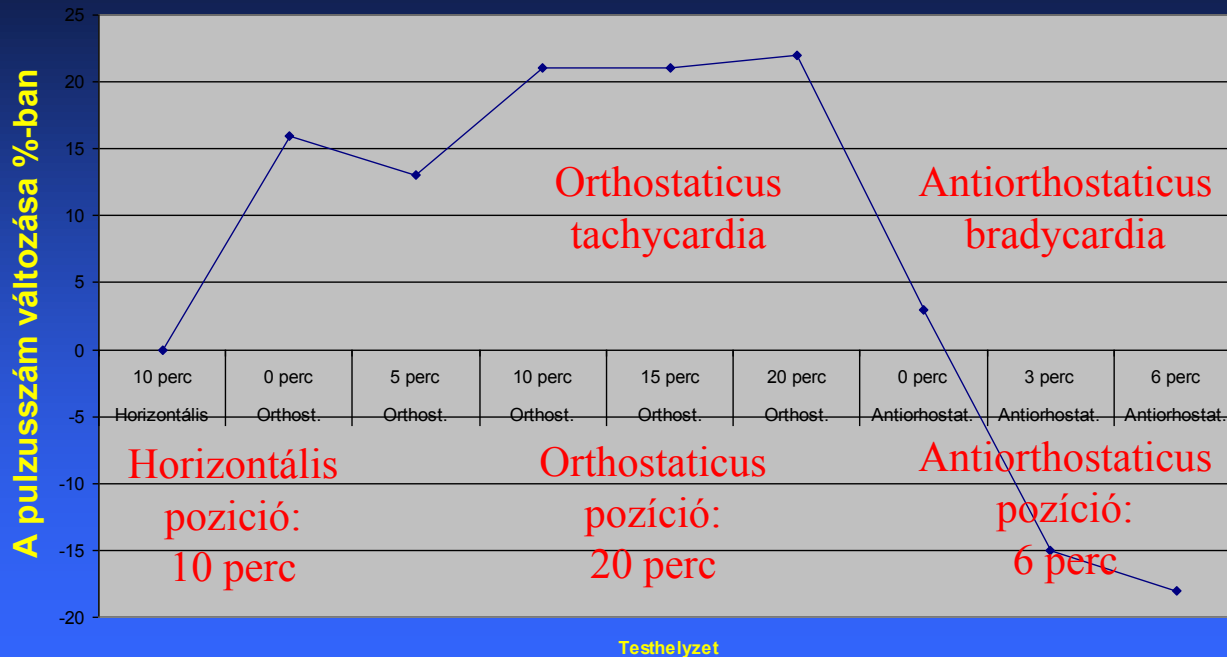
- Mérendő paraméterek:
- vérnyomás, pulzus
- mechanográfia: a. carotis, a. radialis, a. femoralis pulzushullám terjedési sebessége myogen-elasticus arterián
- systolés részidők
- verőtérfogat (Bremser-Ranke)
- oximetria
- spirometria, o₂ felvétel
- hormonok
- IFK, EOG, EEG



Passzív orthostaticus és antiorthostaticus próba

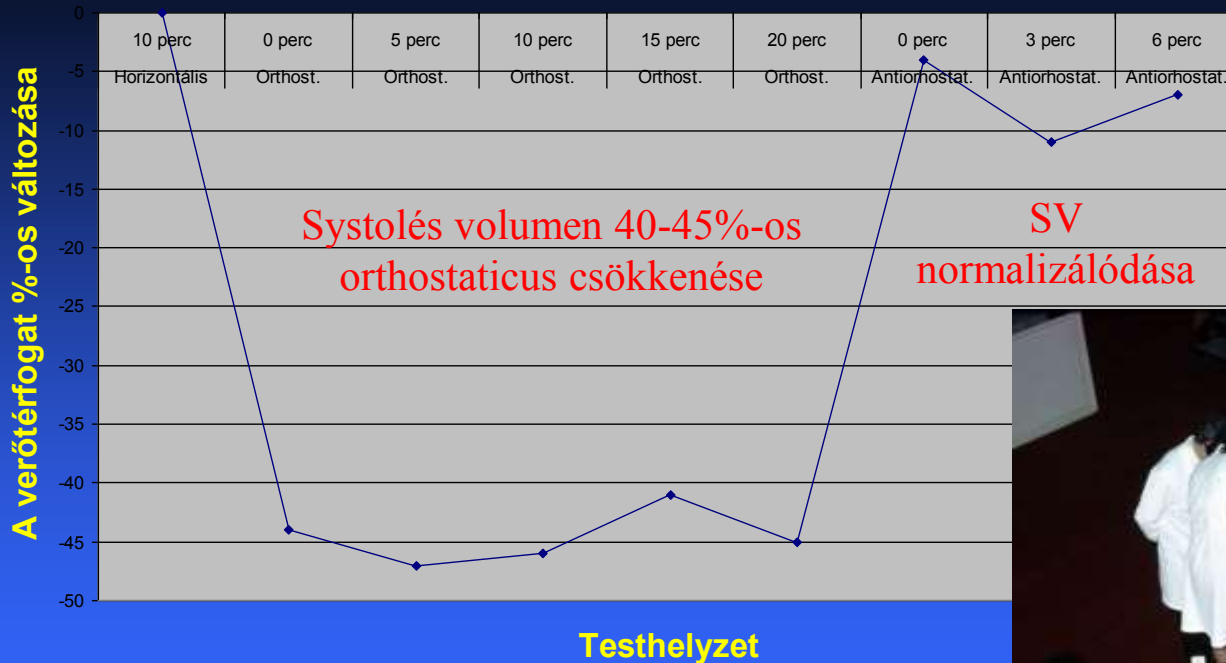
VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON

A pulzusszám változása billenőasztalon



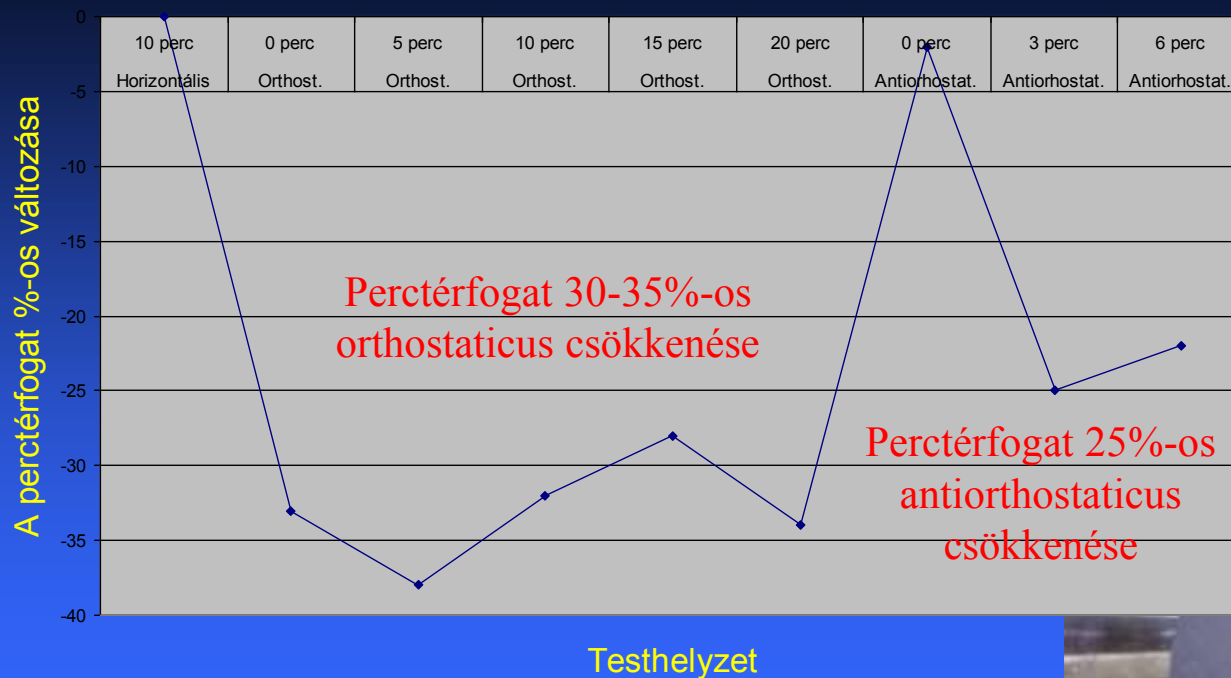
VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON

A verőtérfogat változása billenőasztalon



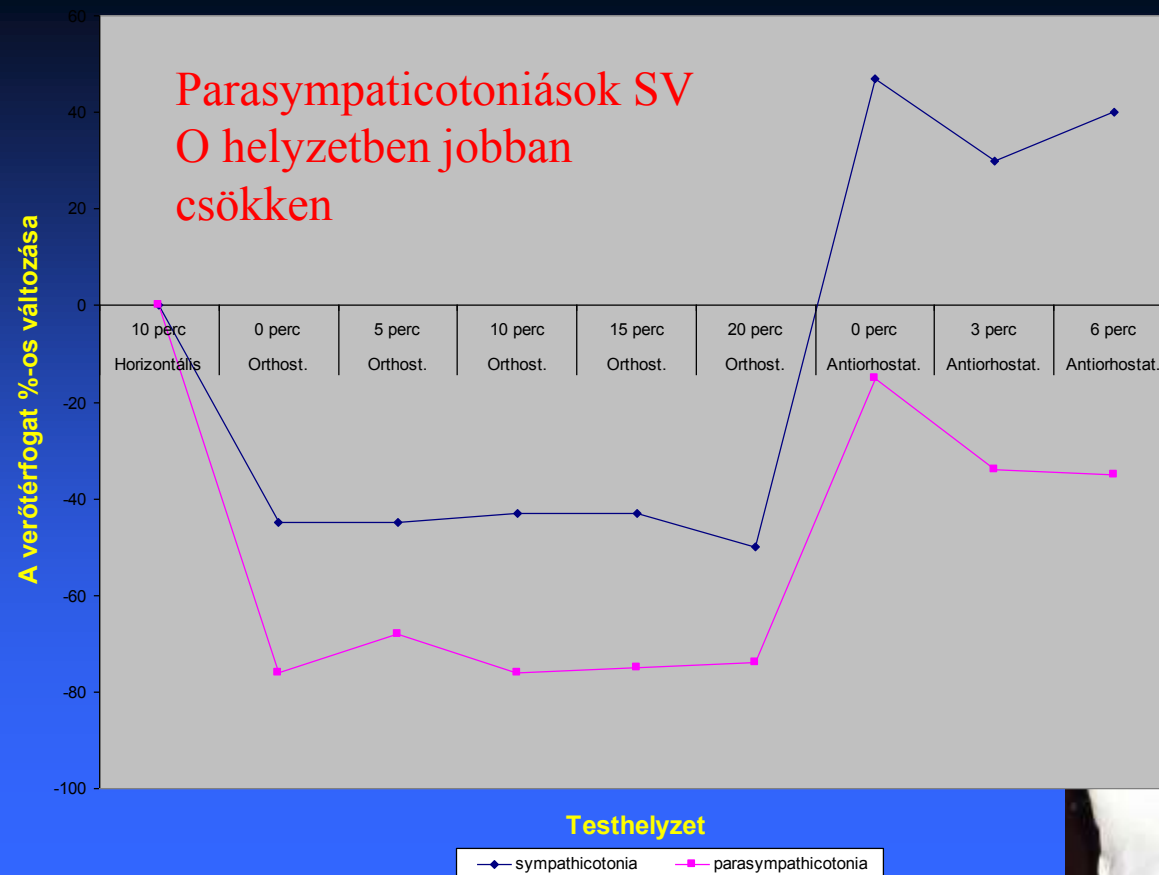
VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON

A perctérfogat változása billenőasztalon



VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON

A vegetatív idegrendszer szerepe a gravitációs alkalmazkodóképességben



VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON

A SZÍV CONTRACTILITÁSÁNAK VIZSGÁLATA

PEP balkamra ejectio előtti idő megnyúlik: bradycardiában és contractilitási zavarban

LVET balkamra ejectios idő megnyúlik anti-orthostázisban

PEP/LVET 0,35 emelkedik balkamra contractilitás zavara esetén

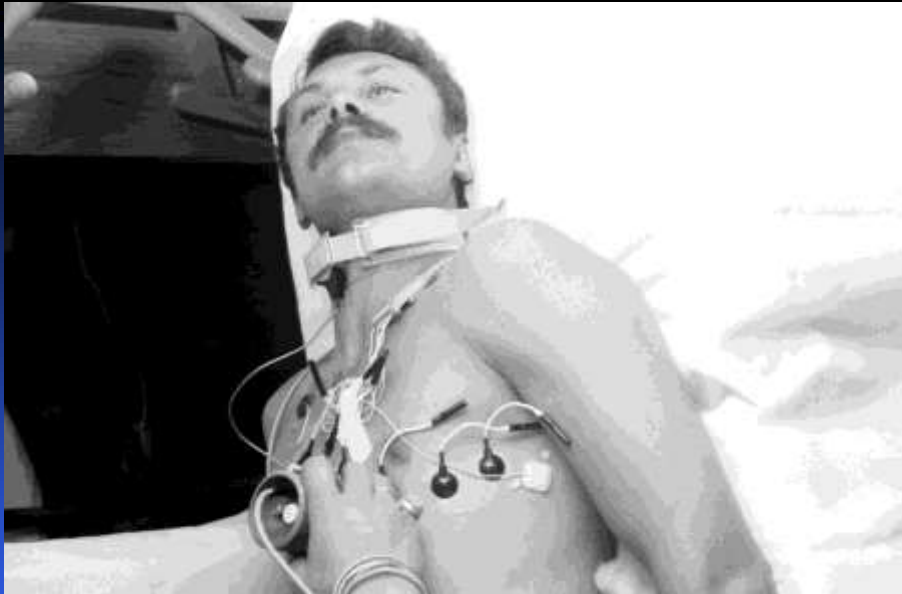
Volumen - nyomás - frekvencia szabályozás - contractilitás zavara

Gravitációs terhelésre az alsó és felső testfélben ellentétesen változik a vérvolumen

Megindul a harc a percvolumen fenntartásáért

Tachycardia - gyorsabb kontrakció - syst/diast idő csökken - coronaria telődés csak diastolében - subendocardiális ischemia

VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON

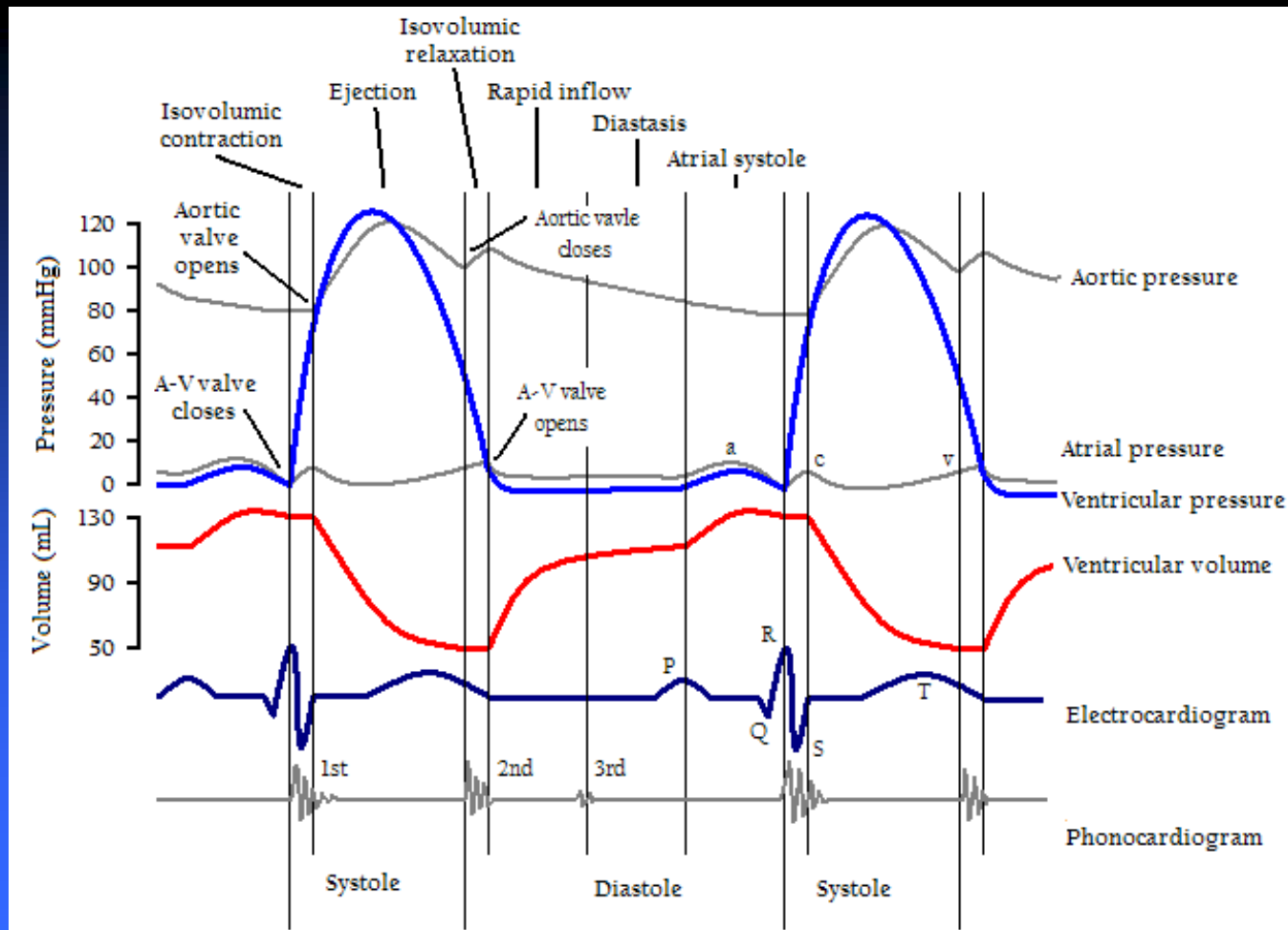


Puls	SYS	DIAST
63/min	0,30 sec	0,62 sec
200/min	0,16 sec	0,14 sec

Farkas Bertalan mechanográfiás vizsgálata

Gravitációs terhelésre a diastolés részidő csökken =
coronaria keringés romlik

VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON



PEP
ICP
LVET
EMS

A
szívciklus

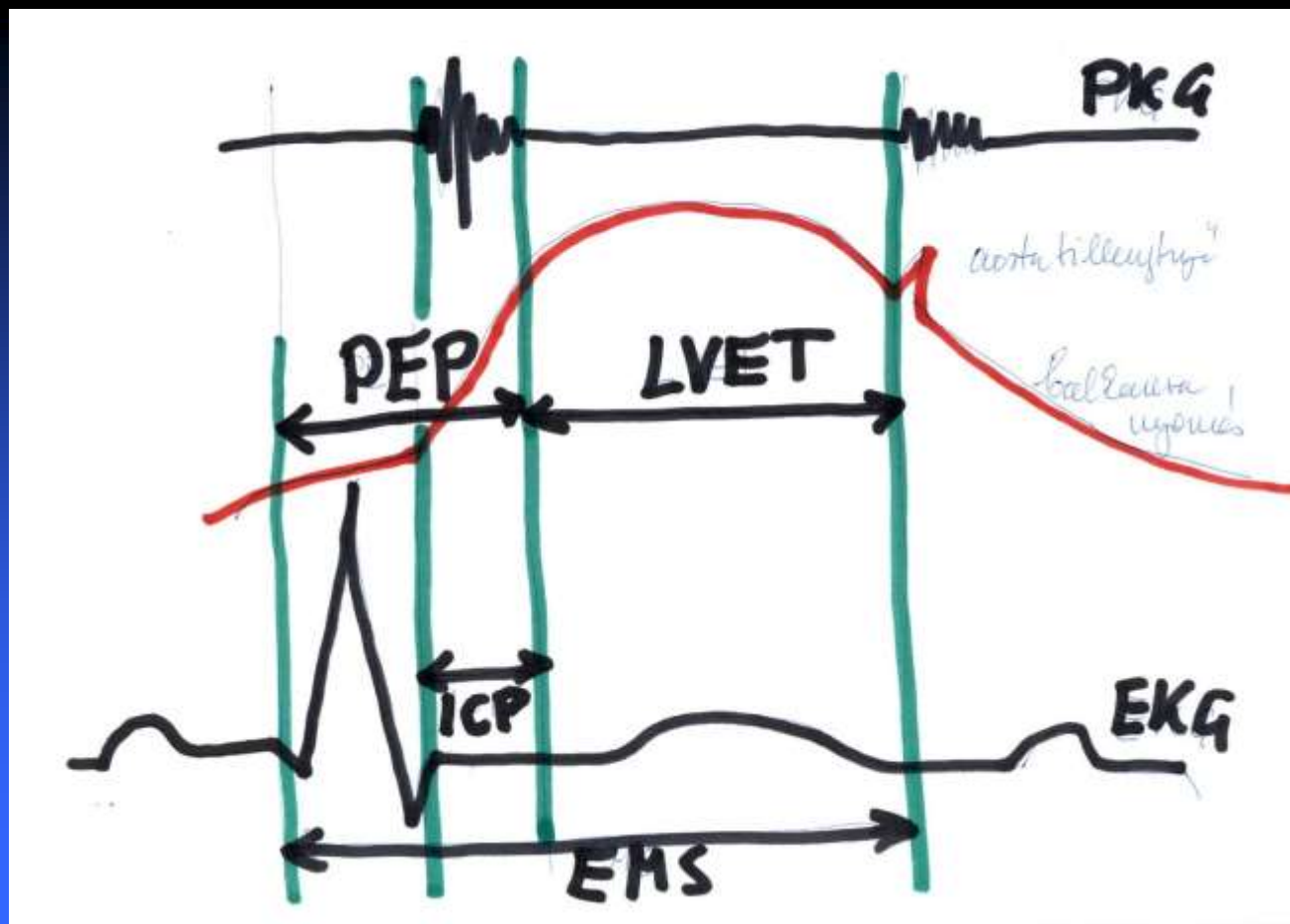
VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON

PEP

ICP

LVET

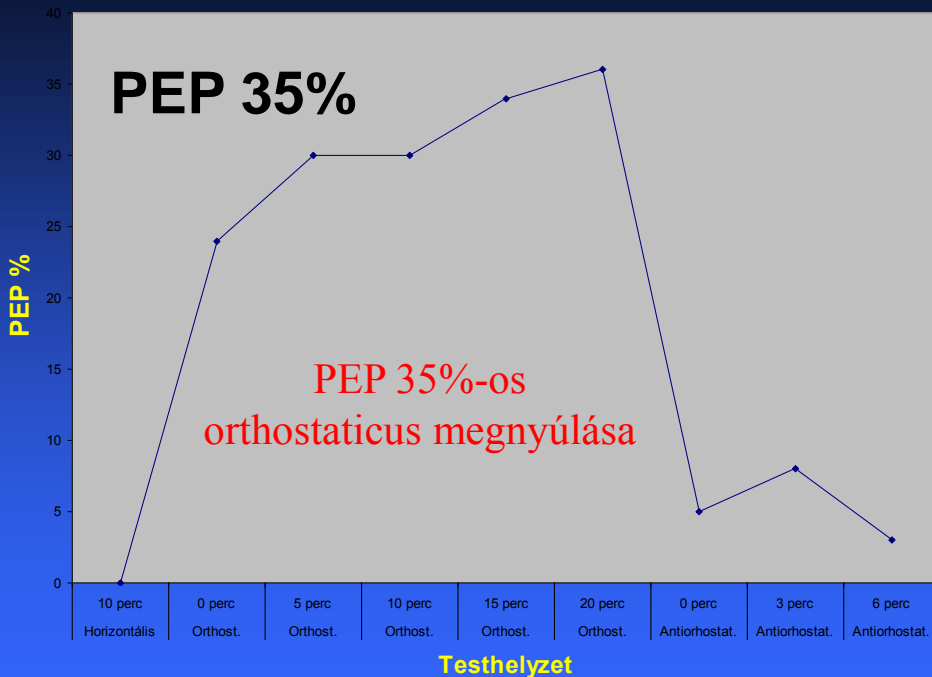
EMS



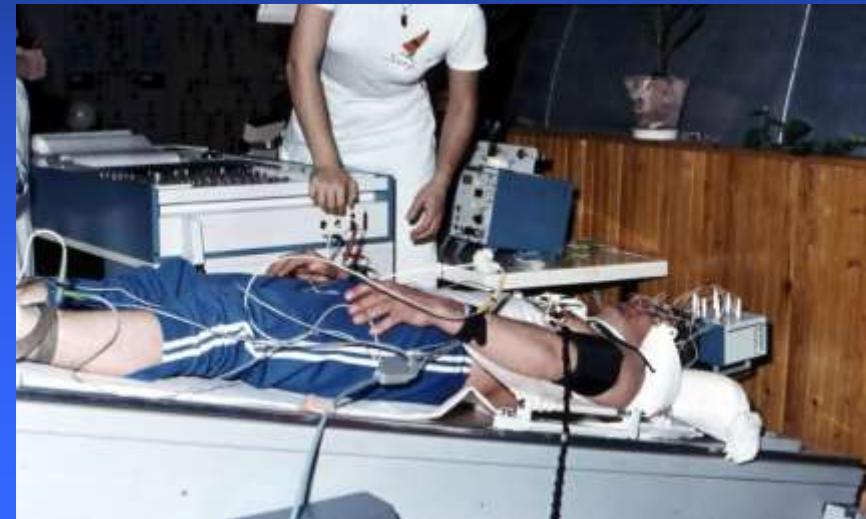
Systolés
részidők

VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON

Gravitáció hatása a PEP változásaira billenőasztalon

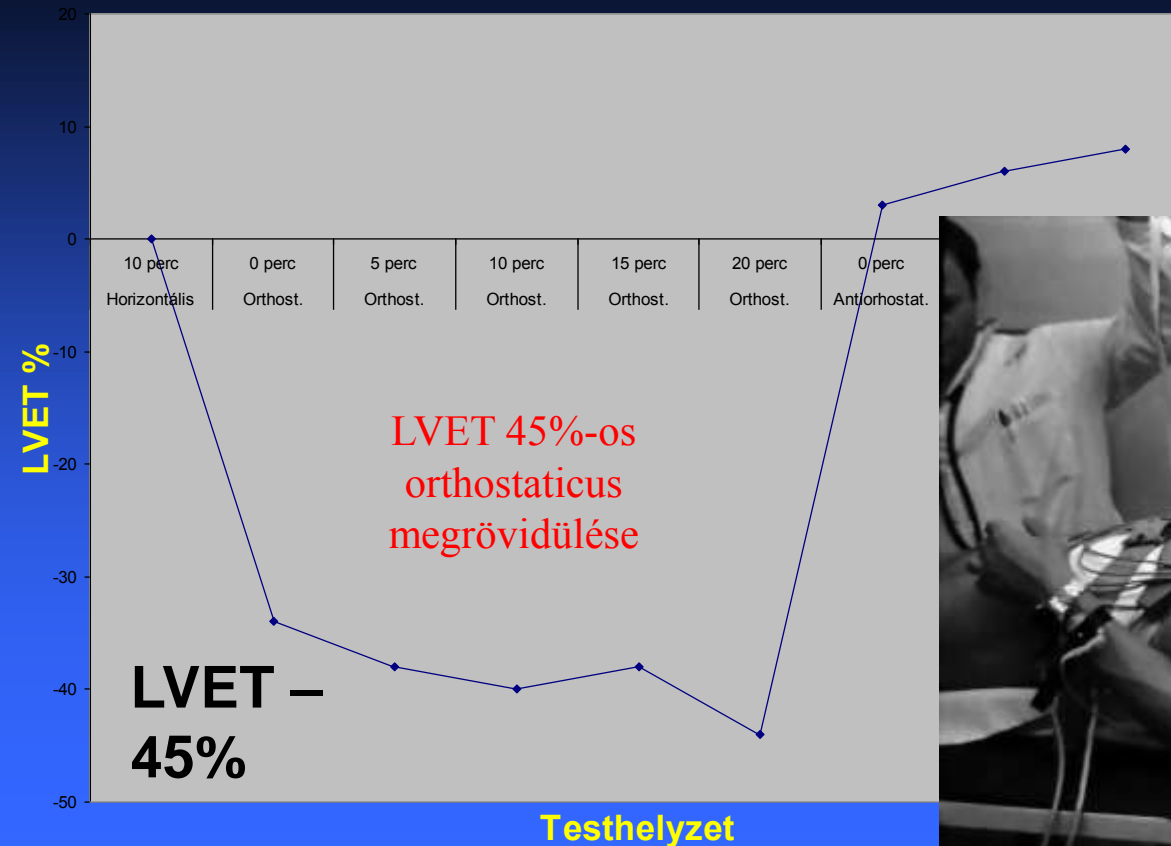


A PEP megnyúlik
bradycardiában
contractilitás zavarában
gravitációs terhelésre



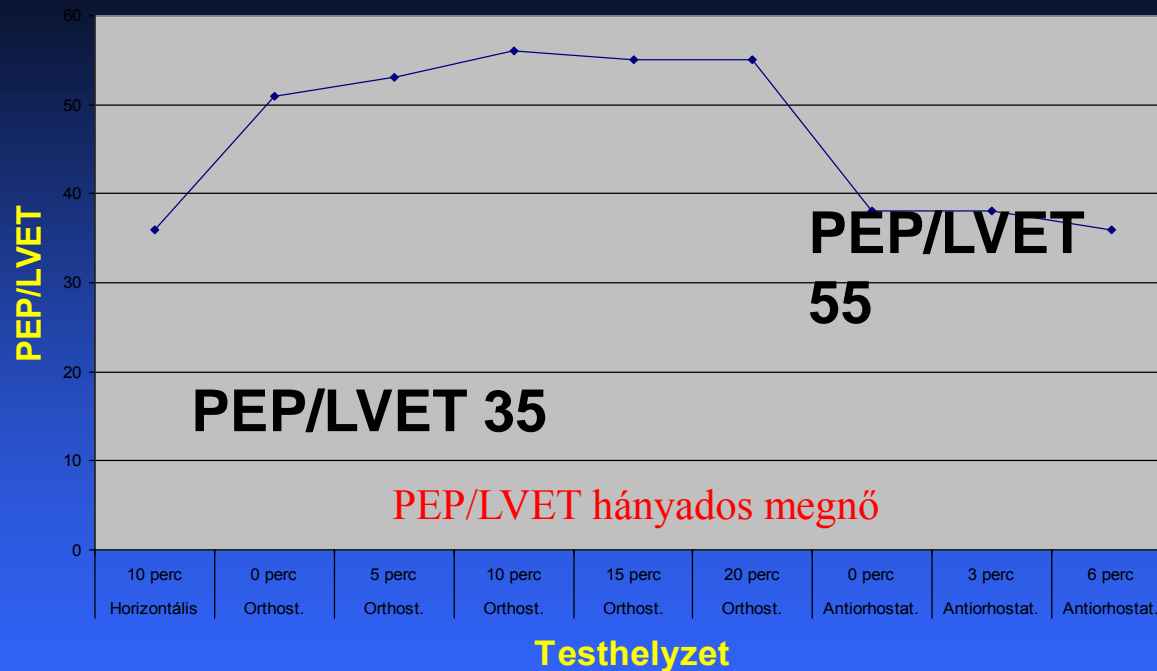
VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON

A gravitáció hatása a LVET változásaira billenőasztalon



VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON

A gravitáció hatása a PEP/LVET hányadosra billenőasztalon

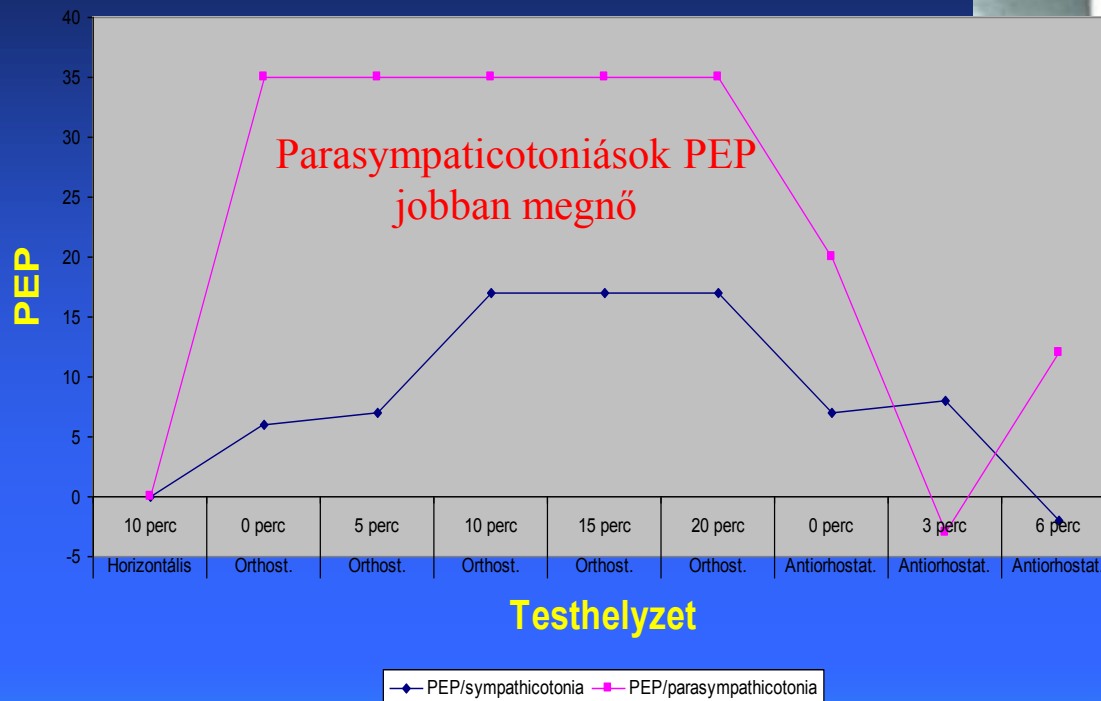


PEP/LVET hányados (0,35) megnyúlik a contractilitás zavaraiiban



VÁLTOZÓ IRÁNYÚ GRAVITÁCIÓS TERHELÉS BILLENŐ ASZTALON

A gravitáció hatása a PEP változásaira különböző vegetatív állapotokban



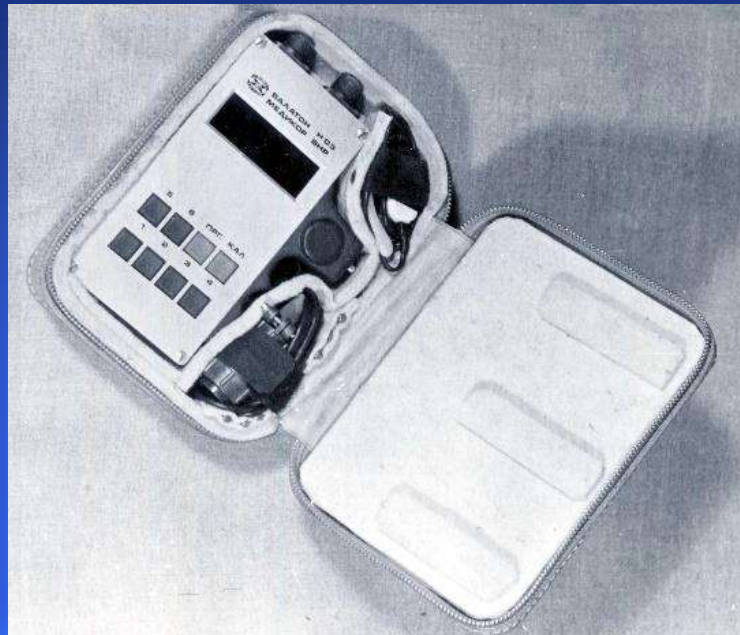
MAGYAR TALÁLTMÁNY AZ ŰRBEN





MUNKAKÉPESSÉG РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

FEDÉLZETI BALATON KÉSZÜLÉK



KÍSÉRLETBEN

mérték az IFK

változásait:

ERI, ÖRI, VI

I bit

Bit sebesség, kapacitás

Pulzus, GBR

Emocionális feszültség

Pszichés rezervek

Bio feed back, relax

Információ feldolgozó képesség

- A pilóta-repülőgép rendszerbe jutó információ áramlás
- Négyválasztásos fényszignál rendszer

egyenlő valószínűséggel, de véletlenszerű sorrendben adagolt fényfelvillanással 2 bit információ feldolgozása

$$I = - \sum P_i \log_2 P_i$$

ahol I = a feldolgozott információ mennyisége, P_i = az egyes szignál megjelenésének valószínűsége, amely négyválasztásos rendszerben 0,25 értéket vesz fel.

$$I = -(0,25 \log_2 0,25) = 4(0,25 \log_2 0,25) = 2 \text{ bit}$$

Információ feldolgozó képesség

- A hibás reakciók Ventzel mátrix módszerével határozhatók meg.
 $I = P_s \log_2 P_s + P_r - P_{sr} \log_2 P_{sr}$ alapján, ahol
 P_s = az $s_1 s_2 s_3 s_4$ szignálok megjelenésének valószínűsége,
 P_r = az $r_1 r_2 r_3 r_4$ reakciók valószínűsége,
 P_{sr} = az $sr_1 sr_2 sr_3 sr_4$ szignál- és reakciókapcsolatok realizált variánsainak valószínűsége.
- **ERI**: egyszerű szenzomotoros reakció idő
- **ÖRI**: összetett (négyválasztásos) reakció idő
- **VI**: választási időt **ÖRI-ERI**
- $R = I \text{ bit/választási idő sec} = R \text{ bit/sec.}$, bitsebesség: a feldolgozott információ mennyiség és a választási idő hányadosa

Információ feldolgozó képesség

- IFK: az információ feldolgozó képesség a $C =$ bitkapacitással is jellemezhető.

$C = R \cdot I / \log_2 N$, ahol $N =$ a választható szignálok száma.

Hibátlan reakciók esetén, 4 választásos rendszerben, $C = R \cdot 2/2$, vagyis $C = R$, tehát a bitkapacitás egyenlő a bitsebességgel.

Hibázás esetén, annak súlyossága szerint C csökken.

- Hick és Hyman: az információ mennyisége és a reakció idő között lineáris összefüggés áll fenn, mennél több a bitmennyiség, annál nagyobb a reakció idő is. Az IFK a feladat bonyolultságától, valamint a szignál és a reakció lehető legjobb egybeesésétől is függ, ami rámutat a repülőgép műszerei (szignál) és vezérlőszervei (reakció) optimális kialakításának fontosságára.

Információ feldolgozó képesség

GBR mérő: vegetatív reakció

Pulzus számláló: pulzus reakció
feladat helyzetben

Fülhallgató: hangzavarás, bio-
feedback, relaxáció

IFK saját tempón, IFK idő
kényszerben

Emocionális feszültség mérése

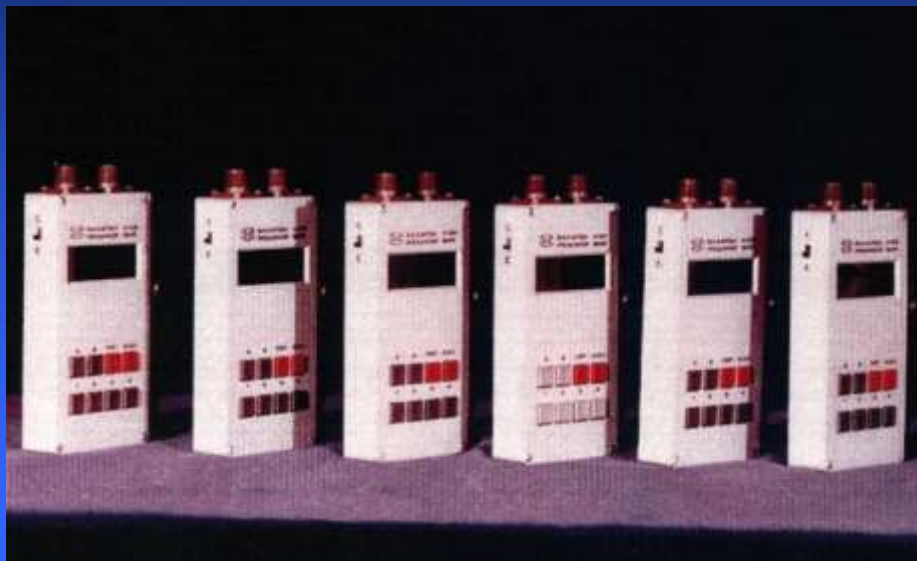
Pszichés rezervek meghatározása



MIR űrállomás

6 db repülőpéldány és csomagolásuk

MEDICOR GYÁRTMÁNY
1976



Balaton készülék



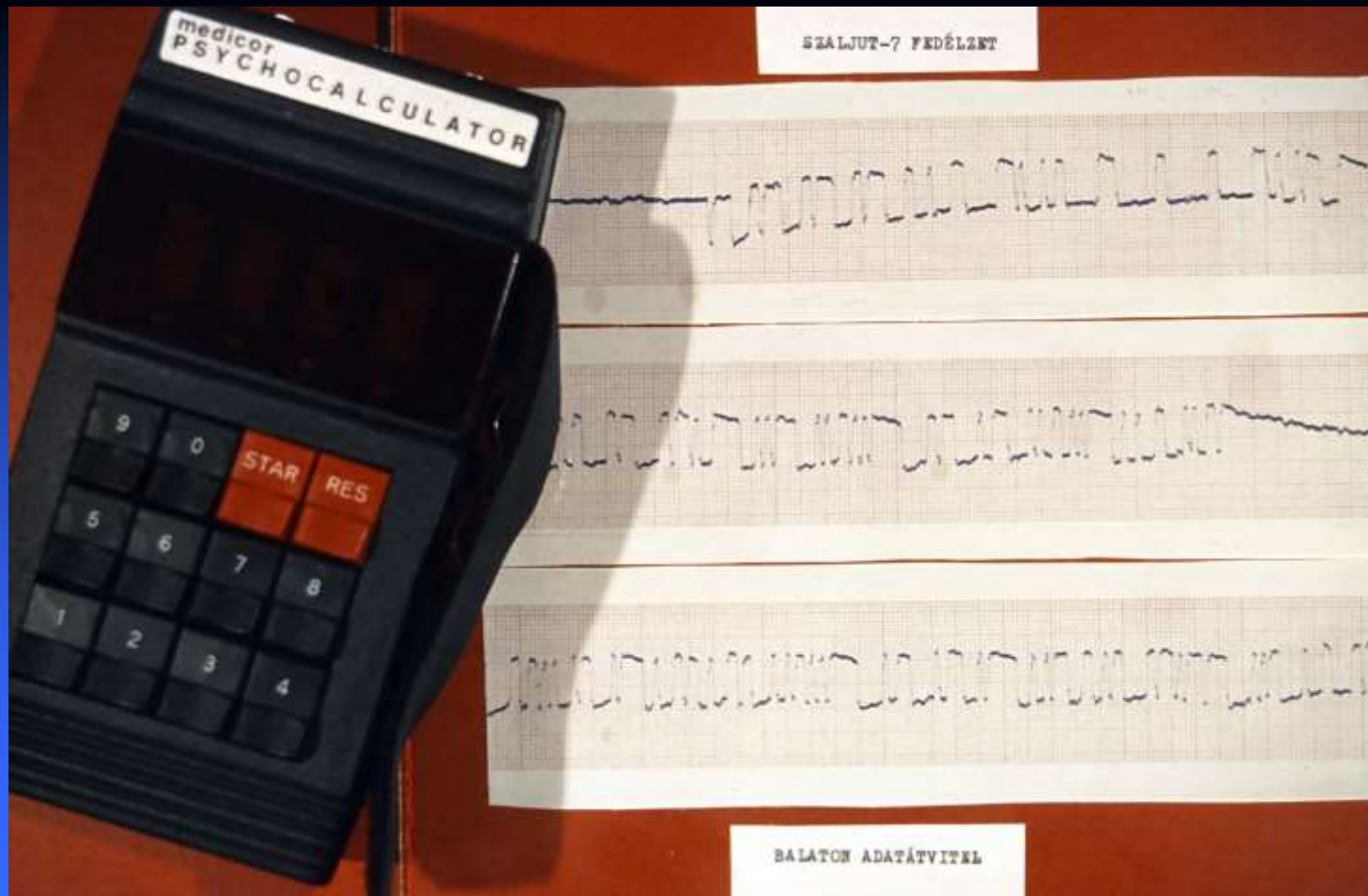
BALATON - PSZICHOKALKULÁTOR - PSZICHOKONDI



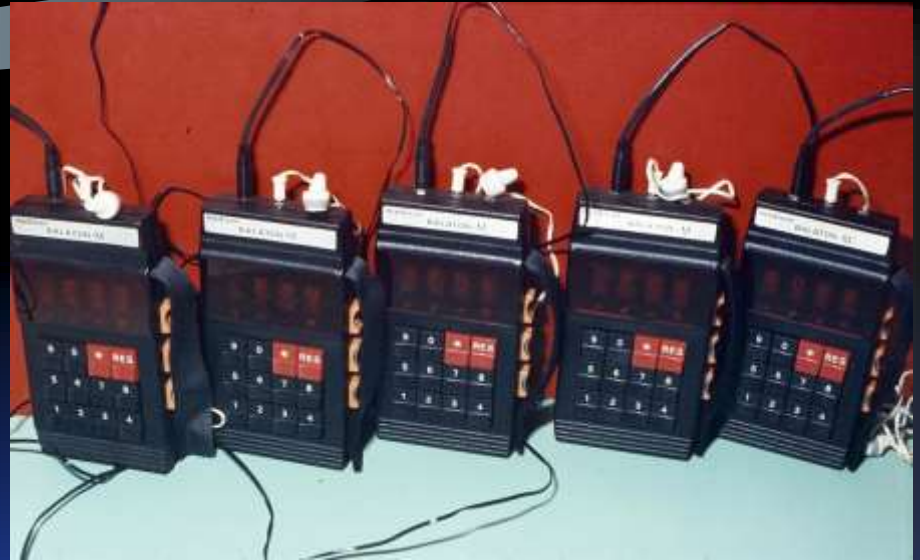
BALATON - M



PSYCHOCALCULATOR

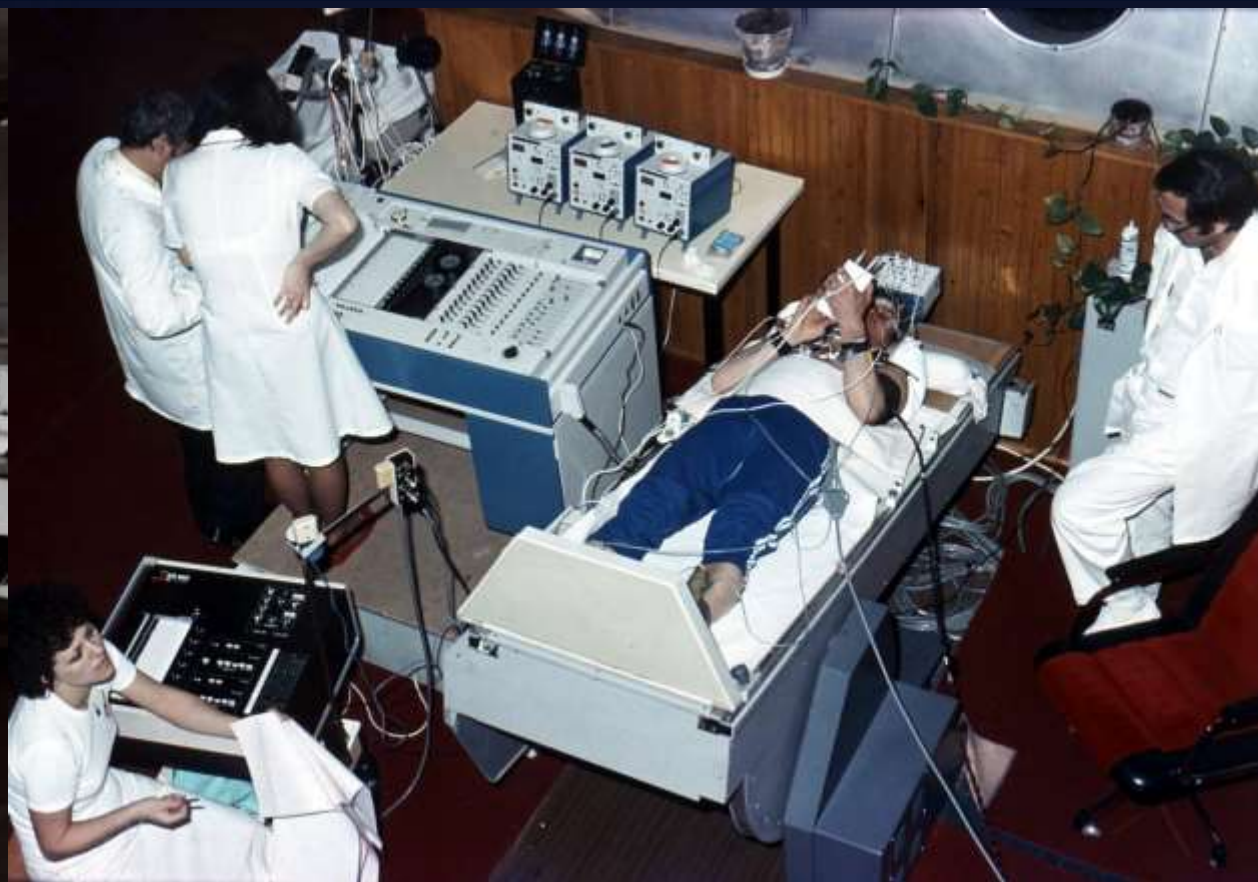


EXTRÉM KÖRNYEZETBEN DOLGOZÓ EMBER SZELLEMI MUNKAVÉGZŐKÉPESSÉGE



- SZALJUT-6, SZALJUT-7, HARCIS REPÜLŐK
- HIMALÁJA, ÉSZAKI SARKI EXPEDÍCIÓK
- BÁNYA
- FÖLDALATTI HARCÁLLÁS PONTOK
- ÉLSPORTOLÓK

BILLENŐ ASZTAL - BALATON



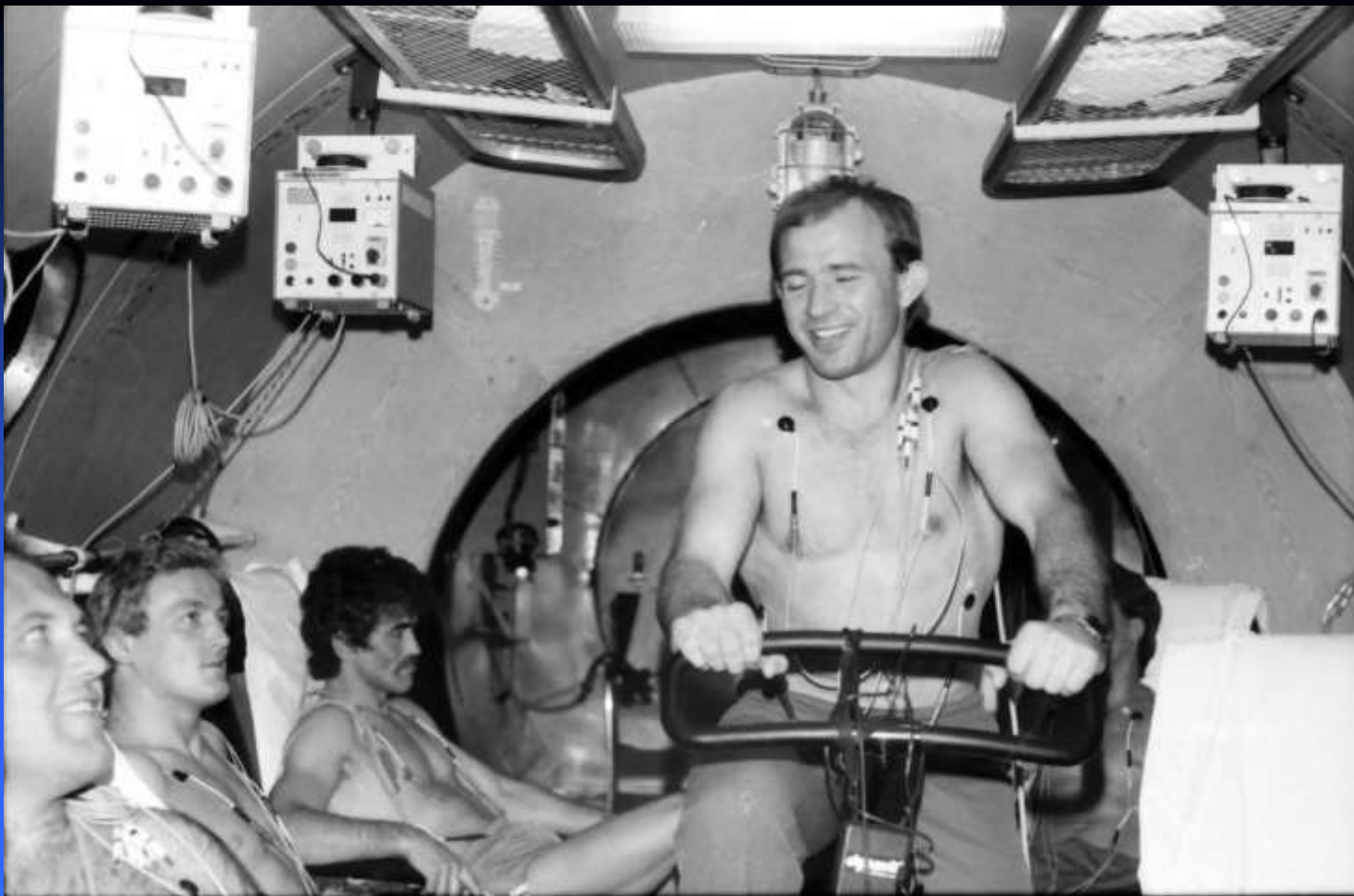
BAROKAMRA - BALATON



MAGASSÁGI FELSZÁLLÁS - BALATON



ÉLSPORTOLÓK



PAMIR 7495 M – BALATON



TOVÁBBI MUNKÁK

- Nagy Péter, Bagány Mihály, Kalmár Sándor:
- pszichológia **Hick** törvényének megfelelően **neuron dinamikai modellt** alkalmaz,
- a **Ising modell** beépítésével növeli a mérések pontosságát.
- ERI, **Információ feldolgozási teljesítmény** (IFT), IFK, taktika, feladat orientáltság (motiváció), emocionális feszültség szint
- Funkcionális – vizuális teljesítmény vizsgálata és a neurofiziológiai **kiváltott válaszok** elemzése

- **Grósz** Andor és mtsi. Vizuális munkavégző képességvizsgálata barokamrában
- **Karmos** György és mtsi.
- Agyi bioelektromos aktivitás, elsősorban az eseményhez kötött agyi potenciálok elemzésével vizsgálja a precepciós és kognitív teljesítményeket
- Vizuális diszkriminatív feladathelyzetek barokamrában, o és antio helyzetben

Információ feldolgozó képesség

- 06. Film 3p az IFK – Balaton készülékről
- Mérések a Szaljut-6 űrállomás fedélzetén
- Pamír expedíció 1982
- Emocionális feszültség: pulzus, vérnyomás
- Balaton-M: Szaljut-7 űrállomás fedélzetén
- Föld alatti munkahelyek, élsportolók
- Infarctus rehabilitáció
- Alkalmasság elbírálása – kiválogatás
- Barokamrában- edzések

Pszichofiziológiai vizsgálatok

Vizsgált faktor	Módszer
Életkörülmények	Önéletrajz, jellemzés, kikérdezés
Foglalkozás	Munkatársak kikérdezése
Motiváció	Teszt
Emócionális	Önértékelés, kikérdezés, teszt, terhelés alatti megfigyelés
Vegetatív idegrendszer	Hőszabályozás, bőrellenállás vizsgálata
Önszabályozás	Autogén tréning pulzus, hőmérséklet, EEG visszacsatolása útján
Jártasság, emocionális ellenálló képesség	Szimulátor repülés EKG, EOG, EEG, pulzus, légzés, vérnyomás rögzítésével



Stabilometria,
Holter EKG és RR

Pszichofiziológiai vizsgálatok

Vizsgált faktor	Módszer
Stressz tűrőképesség	IFK időkényszerben és hangzavarás mellett, Balaton készülékkal
Információ feldolgozó képesség	ERI, ÖRI, DI, I, R pulzusszám, GBR saját tempón, időkényszerben és hangzavarás mellett
Testhelyzet érzékelése és pszichomotoros koordináció	Stabilometria
Pszichomotoros tempó	Tapping teszt
Figyelem	Tachisztoszkóp, disztribútor, orientációs tesztek
Pszichés ellenálló képesség	Fáradási görbe disztributív figyelemvizsgálat közben
Észlelési idő	Percepcióméter
Pszichés tevékenység	Cselekvés vizsgáló készülék



Cselekvés vizsgáló készülék

Pszichofiziológiai vizsgálatok

- 07. Film 5p a pszichofiziológiai vizsgálatokról
- Stabilometria, tremometria, tapping teszt
- Tachisztozkóp, disztributor, orientáció
- Disztributív figyelemvizsgálat
- Pr-mérés, cselekvés vizsgáló készülék
- Szimulátor repülés katapultálás után
Balaton készülék felhasználásával

Úrhajós vizsgálatok

- 08. Film 9p
- Farkas Bertalan úrhajós komplex vita maxima terheléses vizsgálatának bemutatása

Eredeti, szolgálati felvétel