

A Magyar Néphadsereg Egészségügyi Szolgálatja és a Központi
Fizikai Kutató Intézet

A vas felszívódása az égett betegek gyomor-bélcsatornájából

dr. Bernát Iván orvos-ezredes, az orvostudományok kandidátusa, **dr. Fehér István**,
dr. Magyar József orvos-alezredes és **dr. Andrási Andor**

A vasszívódás mérésére három elvileg különböző módszer áll rendelkezésünkre:

1. A leggyakrabban használt *balance-módszerrel* a resorptiót úgy számítjuk ki, hogy az orálisan beadott radioaktivitásból kivonjuk a széklettel távozó radioaktivitást.

A test-dózis bevétele után a székletet naponta összegyűjtjük és aktivitását a standarddal szemben mindaddig (rendesen 6—7 napon át) mérjük, míg az két egymás után következő nap alatt kisebb nem lesz, mint a bevitt dózis 1⁰/₀-a.

A felszívódást az alábbi képlettel számítjuk ki:

$$\frac{\text{a széklet aktivitása}}{\text{dózis } \frac{0}{0}\text{-ában}} = \frac{\text{a széklet radioaktivitása (cpm)}}{\text{standard (cpm/ml) x a megivott oldat térfogata (ml)}} \times 100$$

$$\text{absorptio (a dózis } \frac{0}{0}\text{-ában)} = 100 - \text{az összes széklet aktivitása } (\%)$$

A felszívódás „normális” mértéke 2—30⁰/₀ között ingadozik a bevett vas mennyiségétől, kémiai alakjától és a vizsgálatot megelőző utolsó étkezés időpontjától függően. 5 μ Ci ⁵⁹Fe-t tartalmazó 3—5 mg ferro-vasból 12 órás éhezés után kb. 20—30⁰/₀ szívódik fel. A módszer pontatlan. Még jól kollaboráló betegen végzett vizsgálat és gondos székletgyűjtés esetén is 20—40⁰/₀-os hibával lehet számolni (*Strohmeyer*, 1963).

2. A *Saylor* és *Finch* (1953) ajánlotta *kettős izotóp-módszer* sokkal megbízhatóbb. Ez az eljárás azon a tényen alapul, hogy a gyomor-bélcsatornából felszívódott, illetve az i. v.-an befecskendezett vas azonos arányban épül be a vörösvérsejtekbe. Ha ismert aktivitású ⁵⁹Fe-t adunk per os és ugyancsak ismert aktivitású ⁵⁵Fe-t i. v.-an (vagy fordítva), a két vasizotóp aktivitása

külön-külön mérhető. Az i. v. befecskendezett vasizotópnak a vörösvérsejtekben megjelenő hányadát azonosnak véve a gyomor-bélcsatornából felszívódott vasnak az erythrocytáknban fellelhető hányadával, az orálsan beadott dózisból a felszívódás mértéke kiszámítható.

Bár a kettős izotóp-módszer elkerülhetővé teszi a széklet gyűjtését és sokkal pontosabb, mint a balance-módszer, azzal a hátránnyal jár, hogy olyan vas-izotópot (^{59}Fe) kell használnunk, melynek igen nagy (2,9 év) a felezési ideje, s ezért a betegre nem közömbös.

3. *Egész-test számlálás.* Ezzel a módszerrel a felszívódás mértékét a szervezetben visszamaradó aktivitás mérésével határozzuk meg. A módszer egyszerű és pontos. Hibája kisebb, mint $\pm 3\%$, mert az emésztőcsatornába juttatott vasnak csak viszonylag kis százaléka marad vissza a szervezetben.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat a Központi Fizikai Kutató Intézet egésztest számlálójával (IAEA kódszám: HY 2.1) végeztük. Detektor: 15×10 cm-es NaI (T1) scintillációs spectrometer. A detektort a sík ágyon hanyattfekvő vizsgált személyek felett egyenletes sebességgel mozgattuk. A scanning hossza 126 cm. Az ágy és a detektor alsó síkja közti távolság 41 cm. A scanninghossz két végén fellépő számlálási határfok-csökkenést a két végponton álló detektorral történt mérésrel kompenzáltuk. A kompenzálásra a mozgó és álló detektor mérési időtartamának arányát $1 : 0,14$ -nek választottuk. A teljes mérési idő a számlálási sebességtől függően 3—18 perc között változott.

Az egésztest ^{59}Fe -aktivitását az 1,00—1,40 MeV energiaintervallumra eső fotócúcsban mért számolási sebességből számítottuk. A számlálási sebességmérés statisztikai hibája: $\pm 3\%$ (3 S. D.).

Hat égett beteggel és 5 egészséges emberrel éhgyomorral $2,5 \mu\text{Ci}$ ^{59}Fe -t és 1,0 mg hordozó vasat tartalmazó ferroszulfát-oldatot itattunk. A radiovas specifikus aktivitása $3 \mu\text{Ci}/\mu\text{g}$, a radioaktivitás koncentrációja pedig $0,5 \mu\text{Ci}/\text{ml}$ Fe volt. A radiovasat tartalmazó oldat megivását követően 2—3 órán belül egésztest-számlálással meghatároztuk a számlálási sebességet, mely — megfelelő korrekció után — arányos a szervezetbe juttatott aktivitással. A mérést 12 nap múlva megismélteltük. Ekkor a számlálási sebesség (a fizikai bomlás tekintetbe vételével) a felszívódott radioaktivitással arányos. *Strohmeyer* (1963) és mások kimutatták, hogy a radiovas orális bevétele után a test radioaktivitása 7 napon belül gyorsan csökken (a csökkenés sebessége a székletek számától függ) és az aktivitás a második hét folyamán már gyakorlatilag nem változik. Ezért a második mérést rendszeren a 10—12. nap között szokták elvégezni. A felszívódás mértékét a per os beadott radioaktivitás százalékában fejeztük ki, azaz:

felszívódás (%) = egésztest-aktivitás az orális ^{59}Fe -dosist követő 12. napon osztva a korrigált kezdeti egésztest aktivitással és szorozva 100-zal.

Az első mérés során észlelt számlálási sebesség a testen belüli egyenlőtlen aktivitás-megoszlás miatt szorul korrekcióra. A korrekció mértékének megállapítása céljából a radiovas beadását követő 13., illetőleg 56. napon 2—2 kontroll személynek $2,5 \mu\text{Ci}$ nagy specifikus aktivitású ($3 \mu\text{Ci}/\mu\text{g}$ Fe) ^{59}Fe -készítményt injiciáltunk intravénásan. Ennek megoszlása a szervezetben belül 2—3 óra alatt hasonló lesz a per os beadott vasból felszívódott radioaktivitás megoszlásával. A kapott értékek alapján a korrekció mértéke kiszámítható.

Eredmények és megbeszélés

Eredményeinket az 1. táblázatban, illetőleg az 1. ábrán tüntettük fel.

Ezek szerint az égett betegekben a resorptio átlagértéke mindössze a fele az egészséges kontrollokénak és a 6 égett közül egy betegben sem éri el a felszívódási százalék az egészségeseken észlelt alsó határértéket.

Eredményeink alapján tehát megállapíthatjuk, hogy az *égett betegek gyomor-bélcsatornájából a kétvegyértékű anorganikus vas lényegesen rosszabbul szívódik fel, mint egészséges emberekből. A vasfelszívódás zavarát az égési betegségben már régebben feltételezték (Moore és munkatársai, 1946), de annak bizonyítására most először került sor.*

1. táblázat

A radiovas felszívódásának mértéke égett betegekben és egészséges emberekből.

A vizsgált személyek jelzése	Nem	Kor	Hb (g/100 ml)	Az égés óta eltelt idő (nap)	Felszívódás (a dózis százalékában)
Sz. J.	fi	22	14,8	32	13
Sch-L.	fi	19	15,5	3	18
K. J.	fi	19	12,5	26	23
T. G.	nő	34	11,8	16	10
B. L.	fi	22	13,5	28	12
W. B.	fi	78	13,0	24	18
Átlag					15,7
T. D.	fi	22	15,6	—	36
S. L.	fi	21	16,1	—	24
Z. J.	fi	24	16,0	—	24
M. F.	fi	20	15,7	—	35
L. M.	fi	19	15,4	—	42
Átlag					31,8

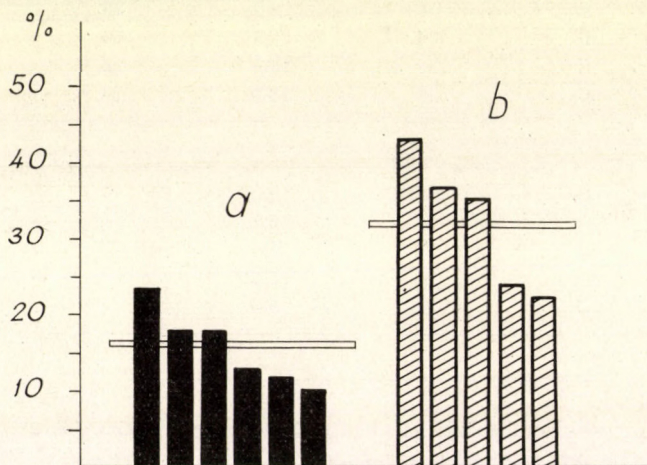
A resorptio csökkenésének kimutatásával sikerült tisztáznunk az orális vasterhelési görbe lapos lefutásának eredetét. Mint ismeretes, az ilyen típusú görbe vagy a felszívódás csökkenése vagy a vaskiáramlás gyorsulása következtében, vagy pedig e két tényező együttes hatására jön létre. Stabil vassal végzett intravenás terhelési vizsgálattal (Bernát, 1966), majd radiovassal végzett kinetikai vizsgálatokkal (Bernát és Fehérvári 1968, valamint Bernát és munkatársai 1968) kimutattuk, hogy az égési betegségben a vas gyorsabban hagyja el az érrendszert, mint egészséges embereken. Jelen vizsgálataink eredménye alapján most megállapíthatjuk azt is, hogy az égési betegségben a vasfelszívódás csökken. Ezek szerint kimondhatjuk, hogy az *égési betegségben az orális vasterhelési görbe lapos lefutását a vasfelszívódás csökkenése és a plasma-vas gyorsabb kiáramlása együttesen hozza létre.*

Ezek után érdemes összehasonlítani a vasfelszívódás szempontjából. Előbbiben egyesek a vasresorptio csökkenését, mások a vasfelszívódás fokozódását mutatták ki. Gubler, Cartwright és Wintrobe (1950 a) radioaktív vasat adtak patkányoknak, majd 15 nap elteltével meghatározták a szervezetben retineált radiovas összes mennyiségét. Azok az állatok, melyeken előzetesen staphylococcus-tályogot idéztek elő, a bevitt radioaktivitás 15⁰/₀-át retineálták, míg a kontroll állatokban a megfelelő érték 22⁰/₀ volt. Hasonló eredménnyel jártak azok a kísérleteik, melyekben az állatokon terpentint befecskendezésével steril tályogot idéztek elő (Gubler, Cartwright, Wintrobe, 1950 b).

Az embereken végzett vizsgálatokban infectiók során a vasresorptio fokozódását tapasztalták (Schäfer, 1940; Dubach és munkatársai, 1948). Kiegészíthetjük ezt azzal, hogy Schäfer és Breyer (1956), valamint Heilmeyer és munkatársai állatkísérletekben is fokozott vasfelszívódásról számolnak be.

Bár az infect anaemiában végzett vasfelszívódási vizsgálatok eredményei ellentmondóak, újabban inkább a vasfelszívódás fokozódását tartják valószínűbbnek (Keiderling, Schmidt, 1959).

AZ ANORGANICUS FERRO-VAS FELSZÍVÓDÁSA
AZ ÉGETT BETEGEK (a) ÉS AZ EGÉSZSÉGES
EMBEREK (b) GYOMOR-BÉLCSATORNAJÁBÓL
(A DOSIS SZÁZALEKÁBAN)



Az égési betegségben a vasfelszívódás csökkenését egyértelműnek találjuk, hiszen a vizsgálatokat a jelenleg rendelkezésre álló legmegbízhatóbb eljárással volt alkalmunk elvégezni és ezzel a vizsgáló módszerrel az égett betegek, illetőleg az egészséges kontrollok csoportjának átlagértéke között 100⁰/₀-os különbséget találtunk.

A vasfelszívódás mértéke, illetőleg az anaemia foka, a plasma vasconcentrációjának nagysága, a telítetlen vaskötőképesség mértéke és az égési sérülés, illetőleg a vizsgálat között eltelt idő tartama között korrelációt nem észleltünk.

Vizsgálataink az éhgyomorra bevett ferró-sók felszívódására vonatkoznak. Már 1956-ban kimutatták (Bernát és Kovács), hogy a táplálékfelvétel közben beadott vassók igen rosszul szívódnak fel. Ezt a felismerésünket később Pirzio-Biroli, Bothwell és Finch (1958), Gillmann (1959), Lajtha (1961) és mások is megerősítették. Moore és munkatársai (1955), valamint Callender, Mallett és Smith (1957) mutattak rá, hogy a táplálék-vas (a tápanyagokhoz kötött Fe) felszívódása még kisebb mértékű — különösen ha főtt ételekről van szó. Következésképpen az égési betegségben a felszívódás csökkenése az utilisatio szempontjából lényeges szerepet játszhat, ha meggondoljuk, hogy milyen kevés vas szívódhat fel a beteg diétájából.

ÖSSZEFOGLALÁS

1. Hat égett betegen és öt egészséges emberen egésztest-számlálóval végzett mérésekkel megállapítottuk, hogy az égettek gyomor-bélszatórnájából az orálisan bevett ferro-sók 15,7 (10—23) százalékáa szívódik fel, míg az egészségesekben a vas-resorptio mértéke 31,8 (24—42) százalék.

2. Az orális vasterhelési görbe lapos lefutását égettekben a vafelszívódás csökkenése és a plasma-vas gyorsabb kiáramlása együtt hozza létre.

3. A vafelszívódás mértéke és az anaemia foka, a plasma vasconcentratio nagysága, a telítetlen vaskötő-képesség mértéke és az égési sérülés, ill. a vizsgálat között eltelt idő tartama között korrelációt nem észleltünk.

IRODALOM

1. Bernát I., Fehérvári T.: Anaemia after thermal injury III. Iron kinetics. Haematológia 2, 147 (1968) — 2. Bernát I., Kovács E.: Vizsgálatok a normális és kóros vasanyagcsere köréből III. Katonaorvosi Szemle 8, 882 (1956) — 3. Bernát I., és mtsai.: Anaemia after thermal injury IV. Iron kinetics in burned patients. Haematológia 2, 279 (1968) — 4. Bernát I. és mtsai.: Neue Beiträge zur Pathogenese der Verbrennungsanämie. Fol. haemat. (Lpz.) 86, 85 (1966) — 5. Callender, S. T., Mallett, B. J., Smith, M. D.: Absorption of haemoglobin iron. Brit. J. Haemat. 3, 186 (1957) — 6. Dubach, R., Callender, S. T. E., Moore, C. V.: Studies on iron transport and metabolism. VI. Absorption of radioactive iron in patients with fever and with anemias of varied etiology. Blood 3, 526 (1948) — 7. Gillmann, H.: Kritische Studie zur Bewertung oral verabreichter Eisenpräparate durch „Eisenresorptionskurven“. Dtsch. med. Wschr. 84, 1737 (1959) — 8. Gubler, C. J., Cartwright, G. E., Wintrobe, M. M.: Anemia of infection; Effect of infection on absorption and storage of iron by rat. J. Biol. Chem. 184, 563 (1950 a) — 9. Gubler, C. J., Cartwright, G. E., Wintrobe, M. M.: Anemia of infection; Effect of turpentine and cobalt on absorption of iron by rat. J. Biol. Chem. 184, 575 (1950 b) — 10. Heilmeyer, L., Keiderling, W., Wöhler, F.: Der Eisenstoffwechsel beim Infekt und die Entgiftungsfunktion des Speichereisens. Dtsch. med. Wschr. 83, 1965, (1958) — 11. Keiderling, W., Schmidt, H. A. E.: Die infektiöse und neoplastische Eisenstoffwechselstörung. In: Keiderling, W.: Eisenstoffwechsel, Thieme, Stuttgart, (1959) — 12. Lajtha, L.: The use of isotopes in haematology, Blackwell, Oxford, 1961 — 13. Moore, C. V.: Studies on iron metabolism using radioiron. In: Modern trends in blood diseases. Butterworth, London, 1955 — 14. Moore, F. D., Peacock, W. C., Blakely, E., Cope, O.: The anemia of thermal burns. Ann. Surg. 124, 811 (1946) — 15. Pirzio-Biroli, G., Bothwell, T. H., Finch, C. A.: Iron absorption of radioiron administered with a standard meal in man. J. Lab. clin. Med. 51, 37 (1958) — 16. Saylor, L., Finch, C. A.: Determination of iron absorption using two isotopes of iron. Amer. J. Physiol. 172, 372 (1953) — 17. Schäfer, K. H.: Untersuchungen über den exogenen Eisenstoffwechsel bei fieberhaften Infekten im Kindesalter. Klin. Wschr. 1940. 979 — 18. Schäfer, K. H., Breyer, A.: Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Eisenresorption im Infekt. Klin. Wschr. 1956, 54 — 19. Strohmeyer, G.: Messung der Körperradioaktivität zur Bestimmung der Eisenresorption beim Menschen. In: Radio-isotope in der Hämatologie. Schattauer, Stuttgart, 1963.

И. Бернат, полковник м/сл—И. Фехер, д-р—Й. Мадьяр, подполковник м/сл—А. Андраши, д-р:

ВСАСЫВАНИЕ ЖЕЛЕЗА ИЗ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА ОБОЖЖЕННЫХ

1. Путем измерения остаточной радиоактивности всего тела, полученной им в результате перорального введения радиоактивного железа (^{59}Fe), было установлено, что всасывание радиоактивного железа из желудочно-кишечного тракта при ожоговой бо-

лезни по сравнению со здоровыми людьми было понижено. У здоровых оно составило 31,8% принятой дозы, в то время как у обожженных эта величина равнялась всего лишь 15,7%.

2. Вследствие понижения всасывания железа из желудочно-кишечного тракта и его ускоренного клиренса из кровеносных сосудов повышения концентрации железа в плазме при ожоговой болезни после его перорального введения не происходит.

3. Между величинами всасывания, с одной стороны, и степенью анемии, концентрацией железа в плазме, железосвязывающей способностью плазмы и продолжительностью ожоговой болезни, с другой стороны, зависимости не установлено.

Dr. I. Bernát, Oberst d. Med. D., Kandidat d. med. Wissenschaften, Dr. I. Fehér, Dr. J. Magyari, Oberstltn. d. Med. D., Dr. A. Andrási:

EISENRESORPTION AUS DEM MAGENDARMKANAL BEI VERBRENNUNGSKRANKEN

Es wurden bei 6 Verbrennungskranken und 6 Gesunden mittels eines Ganzkörperzählgeräts Messungen durchgeführt und festgestellt, dass aus dem Magendarmkanal der Verbrennungskranken 15,7 Prozent (10—23%) der oral eingenommenen Ferrosalzen resorbiert worden war, während bei Gesunden das Mass der Eisenresorption 31,8 Prozent (24—42%) betragen hatte. Bei Verbrennungskranken ist ein flacher Verlauf der oralen Eisenbelastungskurve von der Abnahme der Eisenresorption sowie von einer rascheren Ausströmung des Plasmaeisens gemeinsam hervorgerufen worden. Es liess sich keine Korrelation zwischen dem Ausmass der Eisenresorption, dem Grad der Anämie, der Grösse der Eisenkonzentration, dem Mass der ungesättigten Eisenbindungsfähigkeit und der Dauer des Zeitabstandes von der Verbrennung bis zur ärztliche Untersuchung zu beobachten.