

# Bioelektrická impedanční analýza u hematoonkologického pacienta

## Súhrn:

Nutriční stav hraje důležitou roli v úspěšnosti cytotoxické léčby a přežití hematoonkologicky nemocných. Významně ovlivňuje toleranci protinádorové léčby a přispívá ke snížení rizika výskytu infekčních komplikací. Pomocí bioelektrické impedanční analýzy lze sledovat nutriční stav v rámci tělesné kompozice, především změny svalové a tukové tkáně. Na Hemato-onkologické klinice Fakultní nemocnice Olomouc byl nutriční stav pomocí bioimpedančního měření sledován u pacientů s nově diagnostikovanou akutní myeloidní leukémií, kteří byli léčeni vysokodávkovanou chemoterapií. Měření probíhalo během tří po sobě jdoucích hospitalizací od zahájení léčby. Ve většině případů došlo ke ztrátě tělesné hmotnosti. U všech pacientů byla zachycena také ztráta beztukové tělesné hmoty. Hmotnost tělesného tuku se snížila u poloviny pacientů. V některých případech s délkou sledování docházelo k nárůstu tukové hmoty společně s tukem viscerálním.

## Klíčové slová:

hematoonkologická onemocnění, vysokodávkovaná chemoterapie, akutní myeloidní leukémie, nutriční stav, bioelektrická impedanční analýza

## Summary:

### Bioelectrical impedance analysis in a hemato-oncology patient

Nutritional status plays an important role in the success of cytotoxic treatment and in the survival of hemato-oncology patients. It also significantly affects the tolerance of antitumor treatment and contributes to reducing the risk of infectious complications. Bioelectrical impedance analysis can be used to monitor the nutritional status as related to body composition and specifically changes in muscle and fat tissue. At the Hemato-Oncology Clinic of the Olomouc University Hospital, nutritional status was monitored using bioimpedance measurements in patients with recently diagnosed acute myeloid leukaemia treated with high-dose chemotherapy. The measurements were conducted during three consecutive hospitalizations from the start of the treatment. In most cases, there was a loss of body weight. Loss of lean body mass was also present in all patients. Body fat mass decreased in half of the patients. In some cases, there was an increase in fat mass along with visceral fat over long-term follow-up.

## Keywords:

hemato-oncological diseases, high-dose chemotherapy, acute myeloid leukaemia, nutritional status, bioelectrical impedance analysis

**Mgr. Jana Křivánková,**  
Oddělení léčebné výživy  
Fakultní nemocnice Olomouc

### Komplikace výživy při léčbě vysokodávkovanou chemoterapií

Léčbu vysokodávkovanou chemoterapií mohou doprovázet komplikace znesnadňující dostatečný příjem stravy. Mezi nejčastější komplikace lze zařadit nádorovou kachexii, nauzeu, zvracení, časnou sytost, změny vnímání chuti a vůni, xerostomii, průjmy či zácpu a mukozitidu. Pacienti často popisují, že nepotřebují jíst, mají odpor k jídlu s vymizením pocitu hladu (Tomíška, 2018). Špatný nutriční stav během léčby nebo již před jejím zahájením se řadí mezi negativní prognostické faktory léčby a přežití nemocných (Arends et al., 2017).

Pro nádorovou kachexii je charakteristický progresivní úbytek svalové hmoty. Dochází k omezenému vstřebávání živin. Při vysokodávkované chemoterapii trpí nauzeou nebo zvracením až 80 % pacientů. Častým vedlejším účinkem onkologické léčby je sucho v ústech. Narůstá riziko slizniční infekce a objevuje se bolest při

konzumaci stravy. Průjem se vyskytuje téměř u poloviny pacientů léčebných vysokodávkovanou chemoterapií a radioterapií (Tuncer et al., 2012). Podávání cytostatik může na několik dní omezit nebo zastavit regeneraci střevní sliznice. Často se objevuje slizniční toxicita postihující různé části gastrointestinálního traktu. Je významně narušena slizniční bariéra gastrointestinálního traktu, což navyšuje riziko systémových infekčních komplikací negativně ovlivňujících výživový stav nemocného (Lalla et al., 2019).

### Změny metabolismu a tělesného složení

Vlivem závažného onemocnění dochází k aktivaci systémové zánětlivé odpovědi a k zásadním změnám energetického metabolismu. Při stresové odpovědi organismu dochází k syntéze cytokinů, které katabolicky působí na tělesné bílkoviny. Dochází ke zvýšené permeabilitě kapilár a k úniku tekutin, iontů a bílkovin (především albuminu) z intravaskulárního prostoru do intersticia. Nastává hypoalbuminemie a dochází ke vzniku edémů (Holeček, 2016). Současně narůstají hladiny kortizolu, glukagonu a katecholaminů.

Zvýšené vyplavování stresových hormonů způsobuje inzulínorezistenci. Přítomna je hyperinzulinemie a hyperglykemie (Kazda et al., 2012). Anabolické reakce jsou tlumeny a rozbíhá se katabolismus. Rozvíjí se glykogenolýza, lipolýza, proteolýza a následně také vystupňovaná glukoneogeneze. Hlavními energetickými substráty pro glukoneogenezi jsou kyselina mléčná, glycerol a glukoplastické aminokyseliny. Cílem katabolických reakcí je okamžité získání potřebné energie z tělesných zásob. Vedle katabolického stavu nastává přesun proteinů do životně důležitých oblastí lidského těla. Bílkoviny se stávají reaktanty akutní fáze. V poškozených oblastech se podílejí na reparaci tkání. Dochází ke zhoršení imunitních funkcí a horšímu hojení ran. Zpomaluje se proteosyntéza, která brzdí obnovu buněk v těle. Ve svalové tkáni je stimulována degradace bílkovin a dochází k uvolňování aminokyselin do krevního oběhu. Podíl mají mediátory nádorové kachexie společně se systémovou zánětlivou odpovědí, ale také snížený příjem stravy, inzulínová rezistence, snížení hladin anabolických hormonů a snížení fyzické aktivity (Arends et al., 2017).

Tabulka 1 Výsledky bioelektrické impedanční analýzy 1.–3. hospitalizace

Jméno	Pohlaví	Ročník	Tělesná hmotnost (kg)				FFM (kg)				Kosterní svalovina (kg)			
			P	U	R	%	P	U	R	%	P	U	R	%
TH	muž	1985	92,0	95,2	3,2	3,5	64,2	63,9	-0,3	-0,5	36,0	35,9	-0,1	-0,3
JN	muž	1956	104,0	93,5	-10,5	-10,1	78,0	70,6	-7,4	-9,5	44,1	39,4	-4,7	-10,7
RZ	muž	1963	69,0	67,0	-2,0	-2,9	59,0	56,0	-3,0	-5,1	32,4	30,8	-1,6	-4,9
JŠ	muž	1990	95,5	91,0	-4,5	-4,7	78,8	72,2	-6,6	-8,4	44,8	40,6	-4,2	-9,4
IM	žena	1973	79,0	76,2	-2,8	-3,5	53,6	51,0	-2,6	-4,9	30,0	28,4	-1,6	-5,3
LP	žena	1953	81,4	70,8	-10,6	-13,0	57,1	50,2	-6,9	-12,1	31,8	27,5	-4,3	-13,5
MK	žena	1984	62,0	60,8	-1,2	-1,9	49,1	47,0	-2,1	-4,3	27,1	25,4	-1,7	-6,3
MP	žena	1993	78,0	68,0	-10,0	-12,8	53,2	46,7	-6,5	-12,2	29,7	25,6	-4,1	-13,8
medián			80,2	73,5	-3,7	-4,1	58,1	53,5	-4,8	-6,7	32,1	29,6	-2,9	-7,8
směrodatná odchylka			13,9	13,5	4,8	5,8	11,3	10,4	3,5	4,1	6,7	6,1	1,7	4,7
min			62,0	60,8	-10,6	-13,0	49,1	46,7	-7,4	-12,2	27,1	25,4	-4,7	-13,8
max			105,0	95,2	3,2	3,5	78,8	72,2	2,7	-0,5	44,8	40,6	-0,1	-0,3

Jméno	Pohlaví	Ročník	Tělesný tuk (kg)				Viscerální tuk (cm <sup>2</sup> )			
			P	U	R	%	P	U	R	%
TH	muž	1985	27,8	31,3	3,5	12,6	121,1	148,5	27,4	22,6
JN	muž	1956	26,0	22,9	-3,1	-11,9	112,9	102,5	-10,4	-9,2
RZ	muž	1963	10,0	11,0	1,0	10,0	51,1	56,0	4,9	9,6
JŠ	muž	1990	16,7	18,8	2,1	12,6	77,2	87,5	10,3	13,3
IM	žena	1973	25,4	25,2	-0,2	-0,8	111,3	114,1	2,8	2,5
LP	žena	1953	24,3	20,6	-3,7	-15,2	106,0	98,2	-7,8	-7,4
MK	žena	1984	12,9	13,8	0,9	7,0	55,5	61,7	6,2	11,2
MP	žena	1993	24,8	21,3	-3,5	-14,1	105,2	95,2	-10,0	-9,5
medián			24,6	21,0	0,4	3,1	105,6	96,7	3,9	6,1
směrodatná odchylka			6,8	6,4	2,7	12,2	27,4	29,2	12,7	12,0
min			10,0	11,0	-3,7	-15,2	51,1	56,0	-10,4	-9,5
max			27,8	31,3	3,5	12,6	121,1	148,5	27,4	22,6

P – příjem k hospitalizaci,  
 U – ukončení hospitalizace,  
 R – rozdíl,  
 FFM – Fat Free Mass

### Změny tělesné kompozice u hematologického pacienta

Onkologické onemocnění vede ke kvantitativním změnám tělesné kompozice a ovlivňuje fungování organismu. Změny zahrnují jak svalovou, tak i tukovou tkáň. Dochází ke změnám orgánových tkání, zvláště pak k úbytku svalové a podkožní hmoty. V některých případech může docházet vedle úbytku svaloviny k nárůstu viscerálního tuku, který má podíl na tvorbě zánětlivého prostředí. Hmota kosterních svalů se významně podílí na metabolismu a spotřebě kyslíku. Je nezbytná pro zajištění pohybu a pro udržení homeostázy. Určité množství tuku je důležité pro zachování základních fyziologických funkcí. Při léčbě cytotoxickými léky, při současném poklesu netukové a svalové hmoty, se riziko toxicity chemoterapie navyšuje (Tomíška, 2018).

### Bioelektrická impedanční analýza

Bioelektrická impedanční analýza představuje neinvazivní metodu měření tělesného složení založenou na rozdílném odporu svalové a tukové tkáně při průchodu střídavého



Špatný nutriční stav během léčby nebo již před jejím zahájením se řadí mezi negativní prognostické faktory léčby a přežití nemocných

elektrického proudu. Měření je založeno na podílu vody v těle a v ní rozpuštěných iontů. Proud tekutinami ve svalech prochází volně, s odporem se setkává při průchodu tukovou tkání (Khalil et al., 2014).

### Skupina pacientů

Pomocí bioelektrické impedanční analýzy byli měřeni všichni pacienti s nově diagnostikovanou akutní myeloidní leukemií, kteří byli léčeni vysokodávkovanou chemoterapií na Hemato-onkologické klinice FN Olomouc od července 2020 do konce února 2021. Skupina pacientů zahrnovala čtyři muže a čtyři ženy ve věku od 28 do 68 let.

Hodnoceny byly změny jejich tělesné kompozice během tří po sobě jdoucích hospitalizací od začátku léčby. Měření probíhalo pomocí bioimpedančního analyzátoru InBody S10 vždy v den přijetí k hospitalizaci a následně v den jejího ukončení.

### Získané výsledky

Během celého sledování došlo u sedmi pacientů ke ztrátě tělesné hmotnosti. Největší úbytek činil 10,6 kg. U všech sledovaných se projevila ztráta aktivní metabolické hmoty, která zahrnovala také ztráty kosterní svaloviny. Ke ztrátě tělesného tuku došlo pouze u poloviny. S délkou sledování docházelo u některých pacientů k jeho nárůstu. Takové ztráty poukazují na rozvoj katabolického stavu, kdy se zdrojem energie stávají kosterní bílkoviny. Celkem pět pacientů mělo na konci sledování vyšší hodnotu viscerálního tuku než na začátku.

Nutriční komplikace s největšími hmotnostními úbytky byly zaznamenány během první hospitalizace. Ke snížení tělesné hmotnosti došlo u sedmi pacientů. Největší úbytky hmotnosti během první hospitalizace také doprovázely největší ztráty aktivní tělesné hmoty, která nastala u šesti pacientů a byla doprovázena také ztrátou kosterní svaloviny. K úbytku tělesného tuku došlo u sedmi pacientů. V jednom případě došlo ke ztrátě tělesného tuku o 83 %, a pacient tak měl na konci první hospitalizace pouze 1,7 kg tělesného tuku (v procentuálním zastoupení 3,0 % tuku hmotnosti těla) a ztráta kosterní svaloviny představovala pouze 0,8 kg (2,5 %). To ukázalo, že v extrémní situaci se lidský organizmus snaží ochránit před vyčerpáním kosterní svalovou hmotou a dokáže téměř na minimum vyčerpat tělesný tuk.

### Závěr

Převažující hmotnostní úbytky značí, že léčba hematoonkologicky nemocných vysokodávkovanou chemoterapií je rizikovým faktorem dostatečného příjmu energie a vstřebávání živin z potravy. V některých případech narůstající hmotnost tělesného tuku se současným poklesem kosterní svaloviny potvrdila, že kontrola pouze tělesné hmotnosti nemusí vždy odhalit změny kosterních svalů a tělesného tuku, a proto je bioimpedanční měření přesnějším ukazatelem nutričního stavu nemocných. Pro úspěšnost léčby je důležité věnovat pozornost výživě těchto pacientů, zajistit dostatečný příjem bílkovin, a pokusit se tak zmírnit ztráty kosterních svalů. ❧

### Literatura

1. ARENDS J., BACHMANN P., BARACOS V. et al. ESPEN guidelines on nutrition in cancer patients. *Clin Nutr* 2017; 36(1): 11–48. doi: 10.1016/j.clnu.2016.07.015.
2. HOLEČEK M. Regulace metabolismu základních živin u člověka. 2. upravené vyd. Praha: Karolinum 2016. ISBN 978-80-246-2976-6.
3. KAZDA A. et al. Kritické stavy. Metabolická a laboratorní problematika. 1. vyd. Praha: Galén 2012. ISBN 978-80-7262-763-9.
4. KHALIL S. F., MOHKAR M. S., IBRAHIM F. The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of diseases. *Sensors* 2014; 14(6): 10895–10928. doi: 10.3390/s140610895.
5. LALLA R. V., BRENNAN M. T., GORDON S. M. et al. Oral mucositis due to high-dose chemotherapy and/or head and neck radiation therapy. *J Natl Cancer Inst Monogr* 2019; (53). Igz011. doi: 10.1093/jncimonographs/Igz011.
6. TOMÍŠKA M. Výživa onkologických pacientů. Praha: Mladá fronta 2018. ISBN 978-80-204-4064-8.
7. TUNCER H. H., RANA N., MILANI C. et al. Gastrointestinal and hepatic complications of hematopoietic stem cell transplantation. *World J Gastroenterol* 2012; 18(16): 1851–1860. doi: 10.3748/wjg.v18.i16.1851.

### O autorece

#### Mgr. Jana Křivánková

Absolventka bakalářského oboru Nutriční terapeut na lékařské fakultě Ostravské univerzity v Ostravě a navazujícího magisterského oboru Nutriční specialista na 1. LF UK Praha. Pracuje jako nutriční terapeutka na Oddělení léčebné výživy ve Fakultní nemocnici Olomouc.