

Věkový cut-off jako prediktor obezity vycházející z BMI¹

Teoretické ukotvení

Index tělesné hmotnosti (Body Mass Index – BMI) je jedním z nejčastěji používaných ukazatelů pro hodnocení tělesné zdatnosti a diagnostiku nadváhy a obezity v populaci. Jedná se o jednoduchý výpočetní vzorec, který vztahuje hmotnost jedince v kilogramech k druhé mocnině jeho tělesné výšky v metrech (World Health Organization, 2000). Podle klasifikace Světové zdravotnické organizace se hodnoty BMI dělí následovně: hodnota nižší než 18,5 značí podváhu; 18,5–24,9 je považováno za normální hmotnost; 25,0–29,9 za nadváhu a hodnoty od 30,0 a výše již signalizují obezitu. Přestože je BMI velmi užitečný pro rychlé screeningové hodnocení, má i svá omezení. Zejména nedokáže rozlišit mezi svalovou a tukovou hmotou, ignoruje rozložení tuku v těle a může tak vést k nesprávné interpretaci u některých skupin, například u sportovců (Romero-Corral et al., 2008).

Obezita je v současnosti považována za jeden z nejzávažnějších celosvětových zdravotních problémů. Podle WHO (2021) její prevalence v posledních desetiletích výrazně vzrostla a stala se epidemií 21. století. Obezita významně zvyšuje riziko řady chronických onemocnění, mezi něž patří například kardiovaskulární choroby (Lavie et al., 2009), diabetes mellitus 2. typu (Hu et al., 2001) nebo některé typy nádorových onemocnění (Calle et al., 2003). Kromě fyzických rizik má obezita také výrazné psychosociální dopady, jako jsou stigmatizace, deprese a snížená kvalita života (Puhl & Heuer, 2009).

Výzkumy ukazují, že BMI má tendenci se zvyšovat s věkem, přičemž nejvyšší hodnoty jsou obvykle zaznamenávány ve středním věku, a ve vyšším věku může naopak lehce klesat (Villareal et al., 2005). Tato skutečnost mě zaujala a proto jsem pro práci zvolila datový soubor "Age, Weight, Height, BMI Analysis" (Missonnier, 2023). Cílem této práce je určit optimální věkový cut-off skór, při kterém je pravděpodobnost obezity nejvyšší. K jeho stanovení byla použita ROC analýza na datech 741 respondentů.

¹ Data a další informace o této zprávě jsou dostupné na adrese <https://dostal.vyzkum-psychologie.cz/stat4?i=498>

Analýza dat

Proměnné použité pro výpočet ROC analýzy:

- BMI respondentů převedeno na 1= obezita ($BMI \geq 30$) a 0= bez obezity,
- věk respondentů (15-61 let),
- prevalence obezity v souboru (18,5%).

K rozhodnutí, který cut-off skóre je nejvhodnější pomohly mimo jiných i čtyři ukazatele popsané níže:

- **TP (true positive)**: počet obézních jedinců, kteří byli správně identifikováni na základě cut-off věku
- **FP (false positive)**: počet neobézních jedinců, kteří byli nesprávně označeni jako obézní
- **TN (true negative)**: počet neobézních jedinců, kteří byli správně zařazeni
- **FN (false negative)**: počet obézních jedinců, kteří nebyli správně identifikováni
- **Senzitivita**: poměr TP ke všem respondentům s obezitou
- **Specificita**: poměr TN ke všem respondentům bez obezity

Kvalita testu v rámci ROC analýzy je posuzována na základě senzitivity a specificity. Mezi další klíčové ukazatele patří:

- **Youdenův index (J)**: je souhrnný ukazatel senzitivity a specificity, který vyjadřuje schopnost testu rozlišit mezi dvěma skupinami. Obecně platí, že čím je jeho hodnota vyšší, tím lepší je klasifikace. Tento index však vychází z předpokladu rovnoměrného zastoupení skupin ($p = 0,5$).
- **Statistika I**: představuje modifikovaný ukazatel, jenž bere v úvahu velikost jednotlivých skupin, a je proto vhodnější v situacích, kdy jsou skupiny zastoupeny nerovnoměrně.

Vyšší hodnoty Youdenova indexu a statistiky I naznačují větší vhodnost daného cut-off skóre.

Porovnání jednotlivých cut-off hodnot je uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1: Cut-off skóre

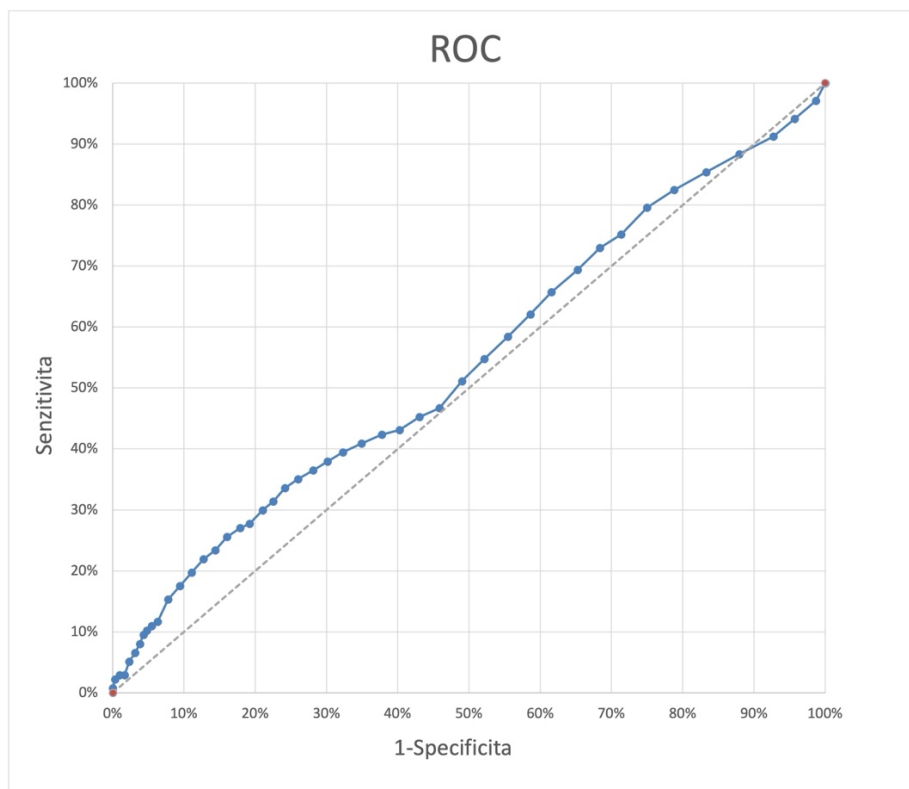
Cut-off	TP	FP	TN	FN	Senzitivita	Specificita	1-Senz	1-Spec	J	I
15	137	604	0	0	100%	0%	0%	100%	0,0000	18,49%
16	133	596	8	4	97%	1%	3%	99%	-0,0160	19,03%
17	129	578	26	8	94%	4%	6%	96%	-0,0153	20,92%
18	125	560	44	12	91%	7%	9%	93%	-0,0147	22,81%
19	121	531	73	16	88%	12%	12%	88%	0,0041	26,18%
20	117	503	101	20	85%	17%	15%	83%	0,0212	29,42%
21	113	476	128	24	82%	21%	18%	79%	0,0367	32,52%
22	109	453	151	28	80%	25%	20%	75%	0,0456	35,09%
23	103	431	173	34	75%	29%	25%	71%	0,0382	37,25%
24	100	413	191	37	73%	32%	27%	68%	0,0462	39,27%
25	95	394	210	42	69%	35%	31%	65%	0,0411	41,16%
26	90	372	232	47	66%	38%	34%	62%	0,0410	43,45%
27	85	354	250	52	62%	41%	38%	59%	0,0343	45,21%
28	80	335	269	57	58%	45%	42%	55%	0,0293	47,10%
29	75	315	289	62	55%	48%	45%	52%	0,0259	49,12%
30	70	296	308	67	51%	51%	49%	49%	0,0209	51,01%
31	64	277	327	73	47%	54%	53%	46%	0,0085	52,77%
32	62	260	344	75	45%	57%	55%	43%	0,0221	54,79%
33	59	243	361	78	43%	60%	57%	40%	0,0283	56,68%
34	58	228	376	79	42%	62%	58%	38%	0,0459	58,57%
35	56	211	393	81	41%	65%	59%	35%	0,0594	60,59%
36	54	195	409	83	39%	68%	61%	32%	0,0713	62,48%
37	52	182	422	85	38%	70%	62%	30%	0,0782	63,97%
38	50	170	434	87	36%	72%	64%	28%	0,0835	65,32%
39	48	157	447	89	35%	74%	65%	26%	0,0904	66,80%
40	46	146	458	91	34%	76%	66%	24%	0,0940	68,02%
41	43	136	468	94	31%	77%	69%	23%	0,0887	68,96%
42	41	127	477	96	30%	79%	70%	21%	0,0890	69,91%
43	38	116	488	99	28%	81%	72%	19%	0,0853	70,99%
44	37	108	496	100	27%	82%	73%	18%	0,0913	71,93%
45	35	97	507	102	26%	84%	74%	16%	0,0949	73,14%
46	32	87	517	105	23%	86%	77%	14%	0,0895	74,09%
47	30	77	527	107	22%	87%	78%	13%	0,0915	75,17%
48	27	67	537	110	20%	89%	80%	11%	0,0862	76,11%
49	24	57	547	113	18%	91%	82%	9%	0,0808	77,06%
50	21	47	557	116	15%	92%	85%	8%	0,0755	78,00%
51	16	38	566	121	12%	94%	88%	6%	0,0539	78,54%
52	15	33	571	122	11%	95%	89%	5%	0,0549	79,08%
53	14	29	575	123	10%	95%	90%	5%	0,0542	79,49%
54	13	26	578	124	9%	96%	91%	4%	0,0518	79,76%
55	11	23	581	126	8%	96%	92%	4%	0,0422	79,89%
56	9	19	585	128	7%	97%	93%	3%	0,0342	80,16%
57	7	14	590	130	5%	98%	95%	2%	0,0279	80,57%
58	4	10	594	133	3%	98%	97%	2%	0,0126	80,70%

59	4	6	598	133	3%	99%	97%	1%	0,0193	81,24%
60	3	2	602	134	2%	100%	98%	0%	0,0186	81,65%
61	1	0	604	136	1%	100%	99%	0%	0,0073	81,65%
62	0	0	604	137	0%	100%	100%	0%	0,0000	81,51%

V případě rovnoměrného zastoupení obou skupin by jako nejvhodnější cut-off věk podle Youdenova indexu vycházelo 45 let. S ohledem na prevalenci v našem souboru jsme zohlednili také statistiku I, která dosahuje nejvyšší hodnoty v 60 a 61 letech. To ukazuje, že právě v tomto věku je schopnost rozlišit mezi jedinci s obezitou a bez ní nejvyšší.

Graf 1 znázorňuje ROC křivku. Platí, že čím více se křivka blíží levému hornímu rohu, tím vyšší je efektivita testu. V našem případě však plocha pod křivkou (AUC – area under the curve) dosahuje hodnoty 0,54, což poukazuje na nízkou schopnost testu správně rozlišit mezi jedinci s a bez sledovaného jevu. Hodnoty AUC blízké 0,5 odpovídají náhodné shodě, a proto je tento výsledek třeba interpretovat s opatrností. Za kvalitní můžeme považovat testy s AUC mezi 0,76–0,92; hodnoty nad 0,93 jsou velmi dobré a nad 0,98 vynikající.

Graf 1: ROC křivka



Závěr

Cílem této analýzy bylo stanovit optimální cut-off věk pro predikci obezity na základě dat z dostupného souboru. Pomocí ROC analýzy jsme identifikovali věkové prahy s nejvyšší rozlišovací schopností. Zatímco podle Youdenova indexu se jako nejvhodnější ukázal věk 45 let, statistika I – která lépe zohledňuje nerovnoměrné zastoupení skupin – označila jako optimální věk 60 a 61 let. Tato zjištění částečně korespondují se závěry Villareala et al. (2005), kteří upozorňují na specifické zdravotní riziko obezity ve vyšším věku a zároveň doporučují cílené intervence u starších dospělých. Přesto je nutné upozornit, že celková hodnota AUC dosáhla pouze 0,54, což naznačuje nízkou predikční sílu věku jako samostatného ukazatele. Výsledky je proto třeba interpretovat s rezervou a při dalších analýzách doporučujeme zapojit i další proměnné, například pohlaví, pohybové návyky nebo stravovací chování. Pokud vás zajímá vaše BMI, můžete si vyzkoušet BMI kalkulačku: <https://gymbeam.cz/blog/bmi-kalkulacka/>.

Použité zdroje

- Calle, E. E., Rodriguez, C., Walker-Thurmond, K., & Thun, M. J. (2003). Overweight, obesity, and mortality from cancer in a prospectively studied cohort of U.S. adults. *New England Journal of Medicine*, 348(17), 1625–1638. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa021423>
- Hu, F. B., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Colditz, G., Liu, S., Solomon, C. G., & Willett, W. C. (2001). Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *New England Journal of Medicine*, 345(11), 790–797.
- Kaggle. (2023). *Age, Weight, Height, BMI Analysis* [Datový soubor]. <https://www.kaggle.com/datasets/rukenmissonnier/age-weight-height-bmi-analysis/data>
- Lavie, C. J., Milani, R. V., & Ventura, H. O. (2009). Obesity and cardiovascular disease: risk factor, paradox, and impact of weight loss. *Journal of the American College of Cardiology*, 53(21), 1925–1932.
- Puhl, R. M., & Heuer, C. A. (2009). The stigma of obesity: a review and update. *Obesity*, 17(5), 941–964.
- Romero-Corral, A., Somers, V. K., Sierra-Johnson, J., Thomas, R. J., Collazo-Clavell, M. L., Korinek, J., ... & Lopez-Jimenez, F. (2008). Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *International Journal of Obesity*, 32(6), 959–966.
- Villareal, D. T., Apovian, C. M., Kushner, R. F., & Klein, S. (2005). Obesity in older adults: technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82(5), 923–934.
- World Health Organization. (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. WHO Technical Report Series, 894.
- World Health Organization. (2021). *Obesity and overweight*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>