

コラム第 6 回

BMI よりカウプ指数の方が基準値が小さいという謎が解決できた話

今回は病理とは全く関係のない話。

前回、学生時代の謎が医者になって十数年後だったかに解決できた（解決までいかないが納得できた）話をしたが、それと同様のことをもうひとつ。

やせ気味か太り気味かを判定する基準に、成人（高校生以上）では BMI がある。体重 (kg) を身長 (m) の二乗で割った値で、基準値が 18.5~25 だ。それより小さければやせ、大きければ肥満ということになる。一方で幼児（3 か月~5 歳）では、カウプ指数と呼ばれる、やはり同様に体重を身長²で割った計算式で求められる値を用いて、基準値が 15~18 だ（年齢によって微妙に異なるが）。

学生時代から、この基準値の乖離が気になっていた。幼児は成人の相似形よりも明らかに太っているのに、なぜ基準値が、成人よりも小さいのか？ これが医者になって 10 年目くらいだったかに、あることに気づいて解決できた話をしたい。全く、コロンブスの卵だった。今、ここまで読んで、自分で解決・説明できますか？ 私が解決に 10 年かかった謎を。

なお、今はやりの生成系 AI に「なぜ、カウプ指数の方が BMI よりも基準値が低いのですか。」と聞いても、「カウプ指数の基準値が BMI よりも低い理由は、乳幼児の体型が成人とは異なるためです。乳幼児は頭が大きく、体が小さいため、成人と同じ基準で評価すると、誤った結果を導く可能性があります。」という答にならない答が返ってきた。幼児は高さに対してより重量のある頭や胴体が相対的に大きく、より重量のない手足が短いため、BMI の基準値に対してカウプ指数の基準値は大きくないと変じゃないかと聞いているのに。

因みに、小中学生に対しては、ローレル指数という、体重を身長³で割る値を用いるため、全然異なった基準値になる。この辺が今回の謎を解決するヒントになる。さあ、答がわかりましたか？

では、答、いってみよう。

ある時、「そうか、体重を身長³でなく 2 乗で割るから、幼児は成人に比して相対的に太っているにも関わらず、基準値が成人よりも小さくなるのか」と気づいた。これだけでは全く何のことやらわからないと思うので、以下に比喻を。

一辺が 1cm で重さが 1g の角砂糖（立方体）をイメージしてみる。これが各辺に 2 つずつ並んだものを仮に平均的な成人とする。身長 2cm で体重 8g である。平均的な幼児が仮に成人の半分の身長として、でも成人の相似形よりも少し横に広いため、角砂糖を 1 個と半分、横に並べたものとする。身長 1cm で体重 1.5g である。BMI とカウプ指数は同じ計算式であるため、もし仮に基準値まで成人と幼児が同じとすると、この幼児は成人よりも身長が 1/2 になったため、体重は 8 を「2 の 2 乗の 4」で割って 2g 相当となるが、それよりも 1.5g は小さくなる。だから基準値を 18.5~25 よりも小さい 15~18 に設定してちょうどよくなる。

一方で、もし仮に BMI やカウプ指数が体重を身長³で割っていたとする。すると、成人と比して上記の幼児の想定される体重は 8 を「2 の 3 乗の 8」で割って 1g 相当となるが、それよりも 1.5g は大きくなり、「幼児は成人の相似形よりも明らかに太っている」という当初のイメージ通りになるわけだ。

この結果をもう少し、敷衍してみよう。先日、医者友人が SNS で、「BMI 自動計算式のサイトでコンバトラーV の値を入れてみたら、169.28 と異常に肥満で驚いた」とコメントしていた。コンバトラーV というのは、私たちが子供のころにはやったテレビのロボットアニメの主人公で、主題歌に「身長 57 メートル、体重 550 トン」という有名な耳を離れないフレーズがある。この、異常に肥満という判断は正しいか？ ちょっと考えてみてください。

今度は成人を一辺が 1cm で重さが 1g の角砂糖とイメージしてみる。BMI は $1 \div (1 \times 1) = 1$ だ。仮に相似形で身長が倍になったら、高さ 2cm で重さ 8g になる。BMI は計算上は $8 \div (2 \times 2) = 2$ になってしまう。相似形だから同じ BMI 値になるはずで、計算式を 2 で割って補正したい。また、仮に相似形で身長が 3 倍になったら、高さ 3cm で重さ 27g になる。BMI は計算上は $27 \div (3 \times 3) = 3$ になってしまう。相似形だから同じ BMI 値になるはずで、計算式を 3 で割って補正して 1 にしたい。このように、身長が n 倍になると、計算式で出てきた BMI 値を n で割って補正しないと、相似形としての計算が成り立たなくなる。体重を身長³でなく 2 乗で割っているため。

ということで、現在の BMI の計算式では、成人の身長、1.5~1.9m 程度を基準としており、それを仮に 1.7m とする。すると、コンバトラーV の身長 57m は $57 \div 1.7 = 33.5$ であるため、計算上で出た値を 33.5 で割って補正すると相似形としての値になる。上記の 169.28 を 33.5 で割って 5 になる。これは BMI の基準値（18.5~25）から見て相当にやせすぎと判定されることになる。別の表現で言うと、身長 57m の時の BMI の基準値は、18.5~25 に 33.5 をかけた 620~838 くらいになるはずで、そこから見て 169.28 はかなり小さいわけだ。

さて、カウプ指数の方に話を戻して、実はカウプ指数の基準値は年齢によってもう少し細かく設定されている。

3 ヶ月～1 歳未満：16～18

1 歳～1 歳 6 ヶ月未満：15.5～17.5

1 歳 6 ヶ月～3 歳未満：15～17

3 歳～5 歳まで：14.5～16.5

このように、年齢が上がるにつれて少しずつ基準値が下がってくる。「あれ？ これって、おかしいんじゃないですか。今までの議論の通りだと、身長が上がるにつれて基準値が上がらないといけないのでは？」と言われるかも知れない。が、これまで話した補正以上に、乳幼児期というのは相似形ではなく縦への伸びが大きいいため、身長の伸びに対して基準値が減少するのだと思う。極論として、角砂糖 1 個が、成長して縦に 2 個になったとする。1 個の時点では体重 1g でカウプ指数 1 であったのが、身長 2cm になったら 2g を「2 の 2 乗の 4」で割ってカウプ指数 0.5 となり基準値が小さくなるのである。