

PERZENTIL—DIAGRAMME DER KÖRPERHÖHE UND DES KÖRPERGEWICHES DER PRAGER SCHULJUGEND

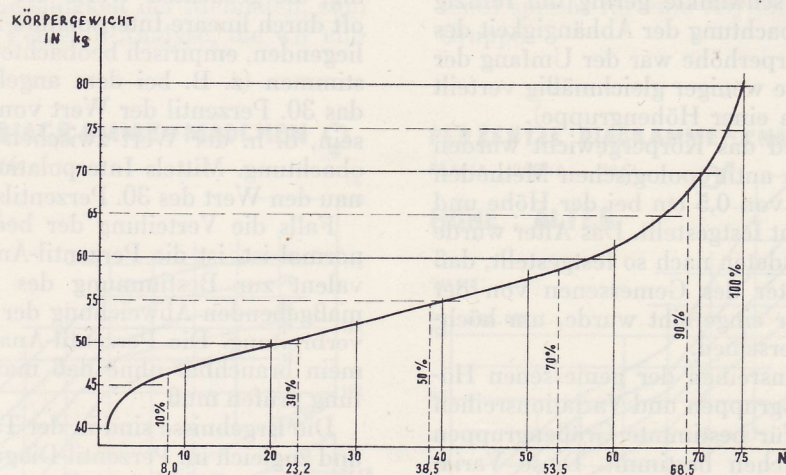
M. NOVÁKOVÁ, I. REIL

In dieser Arbeit erforschten wir die Abhängigkeit der Körperhöhe vom Alter und die Beziehung des Körpergewichtes zur Höhe bei Jungen und Mädchen im Alter von 7 bis 17 Jahren. Diese Abhandlung ist auch praktisch eingestellt, da sie zur Beurteilung der Körperhöhe und des Gewichtes der gegenwärtigen Schuljugend mittels der Perzentil-Methode beiträgt. Mit dieser Problematik befassen sich in der Tschechoslowakei und im Ausland verschiedene Autoren. In Hinsicht auf eine gewisse Be-

thode ist in Europa geläufig, die zweite hauptsächlich in den Vereinigten Staaten und in Großbritannien.

Die Perzentil-Methode bietet einen großen Vorteil für die Beobachtung des Wachstums und der Entwicklung des Kindes, da sie eine genaue Vorstellung über die Reihenfolge jedes beliebigen Individuums in Beziehung zu den Anderen gibt. Wenn z. B. ein Individuum mit seiner Körperhöhe im Rahmen der untersuchten Gruppe im 10. Perzentil ist, bedeutet das, daß (wenn es sich um eine hundertköpfige

GRUPPE DER KÖRPERHÖHE VON 161 - 170 cm N = 75 BEI MÄDCHEN



GRAPH 1

schleunigung der physischen Entwicklung in der Gegenwart ist es notwendig, aktuelle Angaben als Ausgangspunkt zu benutzen.

Die am meisten angewandte Methode der statistischen Verarbeitung der Meßwerte stützt sich auf das Berechnen des arithmetischen Mittels und der maßgebenden Abweichung. Die zweite Methode ist die Perzentil-Methode. Während das arithmetische Mittel vor allem die Haupttendenz eines bestimmten Merkmals charakterisiert, erfaßt das Perzentil-System vor allem die individuellen Eigenschaften, d. h. es bietet eine genauere Vorstellung über die Verteilung der beobachteten Merkmale. Die erste Me-

thode (Gruppe handelt) nur neun Kinder kleiner und 90 größer sind als das beobachtete Individuum, und daß folglich unser Kind sehr klein ist. Die Verteilung der Gruppe kann man durch Auftragen der Werte des beobachteten Merkmals auf die vertikale und die entsprechende Häufigkeit auf die horizontale Achse graphisch darstellen. Die Kurve, die wir erhalten, wird als Galton-Bogen bezeichnet und ihre Gestalt gleicht der Form eines umgekehrten S (sie ist zur Mitte [Mediane], d. h. zum 50. Perzentil asymmetrisch [graph 1]).

Wenn das Perzentil-Netz nach einer Gruppe errechnet wird, welche eine bestimmte Population re-

präsentiert, können wir das Wachstum und die Entwicklung des beobachteten Individuums in bezug auf die gegebene Population beurteilen.

Um die Möglichkeit zu bieten Arbeitsergebnisse zu vergleichen und die Entwicklung der Körperhöhe und des Gewichtes, namentlich kranker Kinder, zu beurteilen, legen wir Pädiatern und allen weiteren Interessenten, die sich mit der Beobachtung des Wachstums und der Entwicklung der Kinder befassen, dieses Perzentil-Diagramm der Größe und des Gewichtes der Prager Schuljugend vor, das durch eine Formel zum Errechnen der Perzentile bei jeder beliebigen Gruppe ergänzt wird.

An Prager Schulen wurden im Jahre 1964 624 Jungen und Mädchen untersucht (313 ♂ und 311 ♀). Die Durchschnittswerte des gesamten Ensembles waren etwas höher als die durchschnittlichen Werte des gesamtstaatlichen Ensembles aus dem Jahr 1961 (um 0,1–0,4 σ). Wir setzen deshalb voraus, daß unser Ensemble in seinem Durchschnitt höher und schwerer war, als der gesamtstaatliche, was die bekannte Erscheinung bestätigt, daß die Stadtkinder durchschnittlich größer sind als die Dorfkinder. In dem gesamtstaatlichen Ensemble sind Dorf- und Stadtkinder zusammengefaßt; in unserem Ensemble handelt es sich nur um Stadtkinder. In Anbetracht unbedeutender Abweichungen, welche durchlaufend übereinstimmen, sind wir der Meinung, daß die Werte unserer Gruppe in einem gewissen Maße die Prager Schuljugend repräsentieren.

Die Anzahl der Jungen und Mädchen in den einzelnen Altersgruppen schwankte gering um fünfzig (47–55). Bei der Beobachtung der Abhängigkeit des Gewichtes von der Körperhöhe war der Umfang der Gruppen gleicher Höhe weniger gleichmäßig verteilt (14 bis 75 Personen in einer Höhengruppe).

Die Körperhöhe und das Körpergewicht wurden mit Hilfe der üblichen anthropologischen Methoden mit einer Genauigkeit von 0,5 cm bei der Höhe und 0,1 kg bei dem Gewicht festgestellt. Das Alter wurde den Meß- und Geburtsdaten nach so festgestellt, daß sich das wirkliche Alter des Gemessenen von der Altersgruppe, in die er eingereiht wurde, um höchstens ± 6 Monate unterschied.

Es wurden Variationsreihen der gemessenen Höhen für einzelne Altersgruppen und Variationsreihen des Körpergewichtes für bestimmte Größengruppen bei Jungen und Mädchen bestimmt. Diese Variationsreihen (d. h. Messungen der Größe nach geordnet) haben wir mit der Perzentil-Analyse auf das 10., 30., 50., 70. und 90. Perzentil bearbeitet.

Wir gingen von der Erwägung aus, daß die K — te Beobachtung aus der Variationsreihe bei N Beobachtungen dem

$$\frac{(2K - 1) \cdot 100}{2N} \text{ — ten Perzentil gleicht.}$$

So z. B. in der Variationsreihe mit N = 50 Beobachtungen stellt die erste Beobachtung ($K_A = 1$)

$$A = \frac{(2 \cdot 1 - 1) \cdot 100}{2 \cdot 50} = 1, \text{ d. h. das erste Perzentil (A = 1) vor.}$$

Ein anderes Beispiel:

Wenn $K_B = 5$, dann gilt

$$B = \frac{(2 \cdot 5 - 1) \cdot 100}{100} = 9, \text{ d. h. daß die fünfte Beobachtung das neunte Perzentil vorstellt (B = 9).}$$

Wir haben jedoch nicht im vorhinein zu den gegebenen Werten der Variationsreihe die Perzentilwerte bestimmt, sondern suchten umgekehrt, zu den methodisch einheitlich gewählten Perzentilen 10., 30., 50., 70. und 90. die Unbekannte K (d. h. den geforderten Wert in der Variationsreihe).

So suchen wir z. B. bei dem Ensemble N = 70 die Werte der gegebenen Perzentile mit Hilfe der unbekannten $K_{10}, K_{30}, \dots, K_{90}$.

Die Werte des 10. Perzentils lauten:

$$10 = \frac{(2K_{10} - 1) \cdot 100}{140}$$

$$K_{10} = 7,5$$

Die Werte des 30. Perzentils:

$$30 = \frac{(2K_{30} - 1) \cdot 100}{140}$$

$$K_{30} = 21,5$$

Das Wesentliche dieser Bestimmung der Perzentilwerte liegt im Zuordnen jeder Beobachtung zum Mittel der kumulierten perzentuellen Häufigkeit.

Bei dieser Definition der Perzentile ist es notwendig, die gesuchten Werte der gegebenen Perzentile oft durch lineare Interpolation zwischen zwei nächstliegenden, empirisch beobachteten Perzentilen zu bestimmen (z. B. bei dem angeführten Beispiel wird das 30. Perzentil der Wert von 21,5 Beobachtungen sein, d. h. der Wert zwischen der 21. und 22. Beobachtung. Mittels Interpolation bestimmen wir genau den Wert des 30. Perzentils).

Falls die Verteilung der beobachteten Merkmale normal ist, ist die Perzentil-Analyse praktisch äquivalent zur Bestimmung des Mittelwerts und der maßgebenden Abweichung der zuständigen Normalverbreitung. Die Perzentil-Analyse ist jedoch allgemein brauchbar ohne daß man die Normalverbreitung prüfen muß.

Die Ergebnisse sind in der Tabelle Nr. 1 enthalten und zugleich im Perzentil-Diagramm Nr. 2 graphisch dargestellt. Die übrigen Perzentile, zwischen 10. und 90., kann man entweder aus dem Diagramm oder durch lineare Interpolation in der Tabelle annähernd bestimmen. Die Bestimmung der Perzentile, die kleiner als 10 und größer als 90 waren, ist zwar annähernd ebenfalls möglich, war jedoch angesichts des Umfangs der untersuchten Gruppen nicht das Ziel dieser Arbeit.

Die Auswertung der Diagramme geht aus den Beschreibungen hervor. Für ein beliebiges Alter von 7–17 Jahren und Körperhöhen von 110–175 cm bei Mädchen und 110–185 cm bei Knaben kann man die Einordnung der festgestellten Körperhöhe, bzw. des Körpergewichtes in das Perzentil-Netz beurteilen.

Wir sind uns dessen bewußt, daß unsere Perzentil-

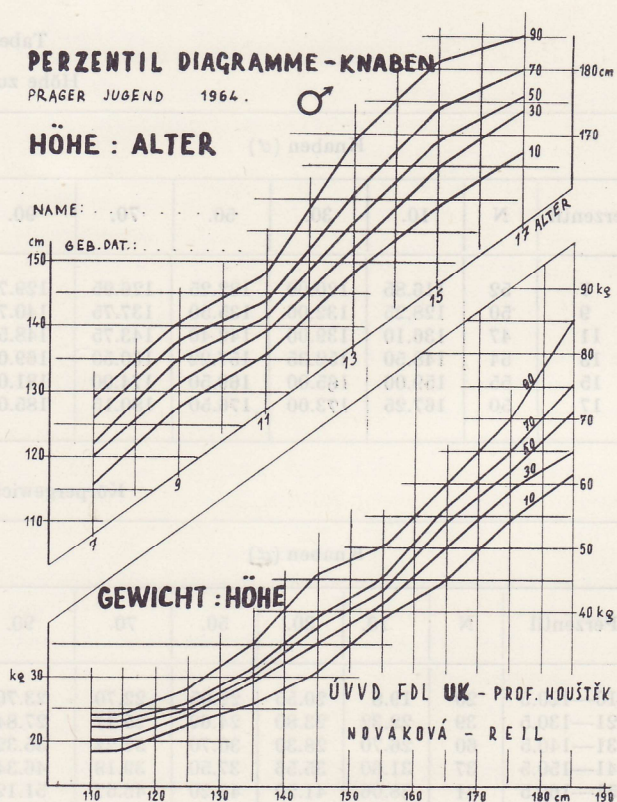
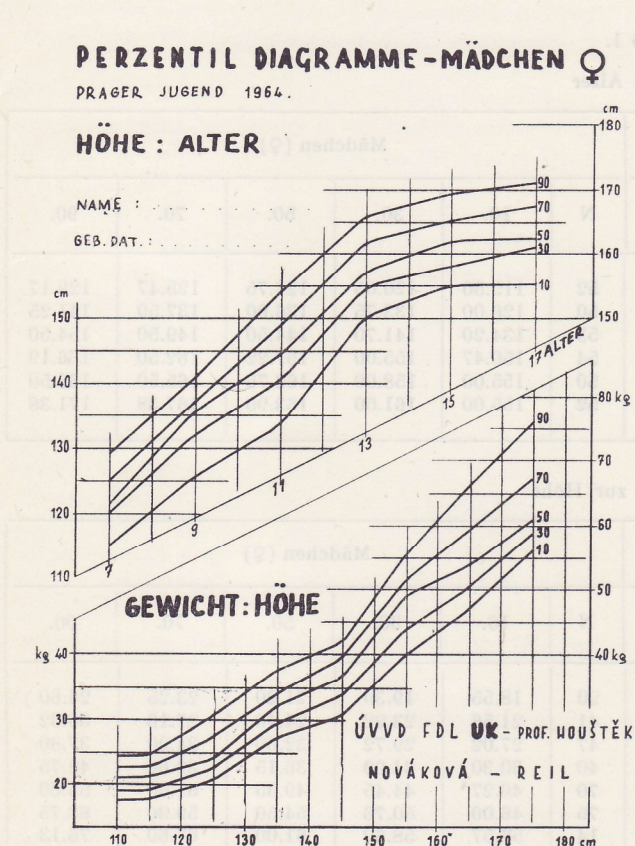
Diagramme keinen absoluten Standard, sondern eher einen praktischen Orientierungsbehelf zur Beurteilung der körperlichen Entwicklung unserer Jugend vorstellen. Bei der allgemeinen Auswertung dieser Diagramme darf man natürlich nicht vergessen, daß sie von einer Gruppe der heutigen Prager Schuljugend abgeleitet wurden.

Das Untersuchungsensemble war nicht allzu umfangreich und kann an und für sich mit einem bestimmten Zufälligkeitsfehler belastet sein. Eine weitere Ungenauigkeitsquelle mag in der Tatsache beruhen, daß das Alter mit einer Abweichung von ± 6 Monaten bestimmt wurde, und dies zu einer Zeit des maximalen Wachstumstempos, wo ein Lebensjahr ein durchschnittliches jährliches Wachstum von etwa 8–10 cm repräsentiert. In individuellen Fällen können die jährlichen Wachstumsraten noch größer sein. Ein ähnlicher Vorbehalt gilt auch bei der perzentilen Einreihung des Gewichts in Relation zur gegebenen Körperhöhe, weil die Gewichts-Perzentile für 10 cm betragende Höhenintervalle bestimmt wurden.

Trotz dieser Vorbehalte ist der Verlauf der Perzentil-Kurven glaubwürdig und befriedigend. Wir beglaubigten die Bestimmung der Perzentile durch Stichproben nach Falkners Formel (4) und stellten bloß geringfügige Unterschiede der Perzentilwerte fest. Falkners Formel setzt die Klassifizierung der Untersuchungsgruppe in gleich große Klassen voraus, auch wenn diese verschieden stark vertreten sind. Damit verwischt sie eigentlich bis zu einem gewissen Grade die Genauigkeit der Meßdaten, zum Unterschied von der Perzentil-Analyse, die wir ein-

setzten. Diese Methode bietet auch solide Informationen über die Abweichungen der untersuchten Verteilung von der Norm. Eine mechanische Verwendung der normalen Verteilung müßte die qualitativen Unterschiede der Gruppe verwischen.

Nach dem allgemeinen Charakter von Gaußens Verteilung sind in der Spanne $\pm 1 \sigma$ immer 68,3 % der Gruppe enthalten und die Entfernung zwischen dem 30. und 70. Perzentil (d. h. die mittleren 40 % der Gruppe) müßte demnach etwa $1,05 \sigma$, die Entfernung zwischen dem 10. und 90. Perzentil etwa $2,56 \sigma$ betragen. Der Anteil dieser beiden Werte wäre also konstant ($1,05 : 2,56 = 0,41$). Der graphische oder zahlenmäßige Vergleich der Entfernung zwischen dem 30. und 70. Perzentil, und dem 10. und 90. Perzentil ist nicht ebenmäßig. Wenn die erwähnten inneren Perzentil-Kurven einander relativ nahestehen und die äußeren Kurven (10. und 90. Perzentil) weit voneinander entfernt sind, ist die Verteilung der beobachteten Werte spitziger; wenn dieser Anteil wächst, ist die Verteilung dagegen flacher (siehe Diagramm 2). Die Perzentil-Analyse drückt also sehr empfindlich das Schwanken der Werte des untersuchten Merkmals aus, besonders der Grenzwerte (10. und 90. Perzentil) und damit auch eventuelle Ungleichmäßigkeiten der Verteilung von Individuen im Ensemble, was zweifellos biologisch zutreffender ist. Eine eventuelle Verschiebung des Abschnittes vom 30. bis zum 70. Perzentil vom Zentrum des Abschnittes vom 10. bis zum 90. Perzentil spricht für eine Asymmetrie der untersuchten Gruppe.



GRAPH 2

Wir nehmen an, daß die vorgelegten Perzentil-Diagramme für die gegenwärtige Zeit einen guten Behelf zur Beurteilung der Gewicht- und Höhenentwicklung unserer Jugend darstellen werden und auch Vergleiche mit ausländischen Arbeiten erlauben, in denen dieselbe Problematik mit Hilfe des Perzentil-Systems verfolgt wird.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde eine mathematische Formel bestimmt, mit deren Hilfe man auch bei weniger zahlreichen Ensembles Perzentil-Analysen vornehmen kann.

Im Prinzip handelt es sich um die Bestimmung der Werte eines Merkmals in vorbestimmten Perzentilen (in unserem Fall im 10., 30., 50., 70. und 90. Perzentil). Bei den in eine steigende Variationsreihe geordneten Daten suchen wir die Werte der gegebenen Perzentile mit Hilfe der Unbekannten K_{10} , K_{30} , ... K_{90} .

Für K_{10} :

$$10 = \frac{(2 K_{10} - 1) \cdot 100}{2 N}$$

für K_{30} :

$$30 = \frac{(2 K_{30} - 1) \cdot 100}{2 N}$$

K_{10} = Die Unbekannte für das 10. Perzentil,

N = Zahl der Beobachtungen, usw.

Bei dieser Definition der Perzentile ist es oft nötig, die gesuchten Werte der gegebenen Perzentile durch lineare Interpolation zwischen den beiden nächstliegenden empirisch beobachteten Perzentilen zu bestimmen.

Das beiliegende Perzentil-Diagramm der Körperhöhe und des Körpergewichts wurde aus einer Untersuchungsgruppe der gegenwärtigen Prager Schuljugend abgeleitet. Die Kurven der einzelnen Perzentile sind nicht parallel und das Schwanken ihrer gegenseitigen Entfernung weist auf die qualitative Struktur der Gruppe hin. Diese präsentiert sich auf diese Weise in biologischer Hinsicht viel treffender als bei der Analyse mit Hilfe des üblichen Systems der Mittelwerte und maßgebenden Abweichungen.

Die Bedeutung unserer Methode sehen wir vor allem in der Möglichkeit, die Werte der untersuchten Merkmale bestimmter Populationen mit den Werten anderer Gruppen und Populationen zu vergleichen, die, insbesondere in Groß-Britannien und den USA, häufig im Perzentilsystem angeführt werden.

Résumé

Une formule a été établie pour le calcul des percentiles. Cette formule permet d'exprimer à l'aide de ces percentiles les mesures relatives à un groupe donné.

Le principe de la méthode consiste à déterminer d'abord les mesures qui correspondent à certains percentiles particuliers (chez nous, c'étaient les 10e,

Tabelle 1.

Höhe zum Alter

Knaben (♂)							Mädchen (♀)					
Perzentil	N	10.	30.	50.	70.	90.	N	10.	30.	50.	70.	90.
7	52	116.85	120.00	122.25	126.95	129.77	52	115.50	120.05	122.75	125.47	129.17
9	50	128.25	132.00	135.50	137.75	140.75	50	126.00	133.75	136.00	137.50	141.25
11	47	136.10	139.00	142.40	143.75	148.50	53	134.20	141.70	144.50	149.50	154.50
13	54	148.50	152.35	157.22	160.50	169.00	54	150.47	155.00	157.22	162.50	166.19
15	55	159.00	165.00	169.50	174.00	181.00	50	155.00	158.00	162.75	165.50	169.50
17	50	167.25	173.00	176.50	180.15	185.00	52	155.00	161.00	163.90	167.38	171.38

Körpergewicht zur Höhe

Knaben (♂)							Mädchen (♀)					
Perzentil	N	10.	30.	50.	70.	90.	N	10.	30.	50.	70.	90.
110—120.5	20	19.8	20.55	22.05	22.70	23.70	20	18.55	19.30	21.20	23.25	24.60
121—130.5	39	22.32	23.80	24.62	25.77	27.84	41	21.56	23.22	24.40	27.16	30.32
131—140.5	60	26.70	28.30	30.70	32.24	35.32	47	27.02	29.72	32.00	34.00	37.80
141—150.5	37	31.60	35.56	37.50	39.18	46.34	40	30.30	34.00	36.15	39.60	42.75
151—160.5	41	38.06	41.20	43.20	45.57	51.12	70	40.27	44.45	49.35	51.90	55.60
161—170.5	45	45.50	50.50	54.30	57.50	60.80	75	46.00	50.76	54.50	59.30	66.75
171—180.5	47	54.80	59.00	62.94	65.10	70.97	14	56.57	58.60	61.00	67.60	76.13
181—190.5	15	62.55	65.90	71.50	76.20	87.55	—	—	—	—	—	—

30e, 50e, 70e et 90e percentiles). Pour cela, on cherche, dans la série ascendante des mesures relevées, celles qui se rapportent aux valeurs K_{10} , K_{30} , K_{90} , fournies par la formule:

pour K_{10} :

$$10 = \frac{(2 K_{10} - 1) \cdot 100}{2 N}$$

pour K_{30} :

$$30 = \frac{(2 K_{30} - 1) \cdot 100}{2 N}$$

, etc.

(N = nombre d'observations.)

K_{10} = inconnue pour le 10ème percentile

Etant donné cette définition des percentiles, il faut en général procéder à une interpolation entre les deux percentiles les plus proches.

Le graphique des percentiles de la taille et du poids ci-joint a été établi à partir des données d'un groupe d'écoliers de Prague. La dispersion des mesures n'est pas constante, suivant les valeurs des percentiles, et sa forme caractérise la structure qualitative du groupe étudié.

Cette méthode permettra de mieux caractériser le

groupe, sur le plan biologique, que le calcul plus couramment employé de la moyenne et de l'écart-type. Nous pensons qu'elle présente un grand intérêt pour des comparaisons avec d'autres groupes, caractérisés aussi à l'aide des percentiles, aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne, par exemple.

LITERATUR

1. JANDA F., KAPALÍN V., KUKURA J.: Hygiena dětí a dorostu. Praha 1961.
2. MEČÍŘ M.: Výživa dětí v prvních třech letech života. Hálkova sbírka pediatrických prací, Praha 1964.
3. VANDERVAEL F.: Biométrie humaine. Ed. Desoer, Liège, Masson et Cie, Paris 1964.
4. ZRZAVÝ J., PEGRIM R.: Ein Beitrag zur Methodik der Bestimmung der Perzentile. Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Tom. 43, Facultatis medicae, 1966.

Dr. Nováková M., CSc.

Forschungsinstitut der Entwicklung des Kindes der pädiatrischen Fakultät der Karls-Universität, Praha 2, Sokolská 2

Dr. Reil I.

Forschungsinstitut für Tuberkulose, Praha-Bulovka