

Rechtsmedizin 2021 · 31:117–130  
<https://doi.org/10.1007/s00194-020-00447-4>  
 Online publiziert: 15. Dezember 2020  
 © Der/die Autor(en) 2020, korrigierte  
 Publikation 2021



C. Holländer<sup>1</sup> · H. Ackermann<sup>2</sup> · M. Parzeller<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Rechtsmedizin, Universitätsklinikum Frankfurt, Goethe-Universität Frankfurt a. M., Frankfurt a. M., Deutschland

<sup>2</sup> Institut für Biostatistik und Mathematische Modellierung, Zentrum der Gesundheitswissenschaften, Klinikum und Fachbereich Medizin der Goethe-Universität Frankfurt a. M., Frankfurt am Main, Deutschland

# Aktuelle Normwerte der Organgewichte und -indizes für die rechtsmedizinische Praxis, Teil 2

## Leber, Lunge, Milz und Nieren

**Die Obduktion nimmt einen wichtigen Stellenwert in der Medizin ein. Sie dient nicht nur der Aufklärung der Todesart und -ursache eines Verstorbenen, sondern liefert ebenso wertvolle Erkenntnisse zu wissenschaftlichen Fragestellungen. Zudem trägt sie zum Verständnis pathophysiologischer Prozesse bei. Aktuelle Normgewichte der Organe können bei der richtigen Einschätzung der im Rahmen der Obduktion erhobenen Organgewichte helfen.**

### Hintergrund

Im Rahmen pathologischer Prozesse kann es zu Veränderungen der Organgewichte kommen. Ludwig und Elveback beobachteten ein tendenziell höheres mittleres Parenchymgewicht der Leber in Fällen mit primären oder sekundären Lebertumoren, verglichen mit Kontrollfällen [26]. Interindividuelle Unterschiede im Lungengewicht sahen la Grandmaison et al. z.T. im Schweregrad eines terminalen Lungenödems begründet [24]. Hepatische, hämatologische oder infektiöse Erkrankungen gehen in vielen Fällen mit einer Sple-

nomegalie einher [34]. Zu einer Atrophie der Niere, einhergehend mit einer Abnahme deren Parenchymgewichtes, kommt es beispielsweise bei chronischen Glomerulonephritiden [31].

Da Organgewichte mit dem Alter und verschiedenen Körpermaßen korrelieren [24, 29, 30, 37], sollten aufgrund der Zunahme von Body-Mass-Index (BMI) und Körpergröße innerhalb der Gesellschaft im Rahmen des säkularen Trends [7, 8, 10, 36, 43] nur aktuelle Normtabellen bei der Auswertung von Obduktionsbefunden herangezogen werden. In der Literatur wurde zudem gefordert, zur Erhebung von Normwerten für Organgewichte ausschließlich nichtnatürliche Todesfälle heranzuziehen [35].

Im ersten Teil dieser Studie wurden Gehirn und Herz untersucht [16]. Ziel des zweiten Teils dieser Studie ist die Erhebung von aktuellen Normwerten für das Gewicht von Leber, Lunge, Milz und Nieren unter Berücksichtigung der Korrelationen mit Alter und Körpermaßen. Ebenso werden von der Todesart abhängige Unterschiede der Organgewichte untersucht. Des Weiteren werden Organindizes entwickelt, die eine Berechnung erlauben, ob ein Organgewicht, Körpermaßen bzw. Alter entsprechend, im Normbereich liegt.

### Material und Methoden [16]

#### Untersuchungsmaterial

Die von 2011 bis 2013 im Institut für Rechtsmedizin der Universitätsklinik der Goethe-Universität in Frankfurt am Main durchgeführten Obduktionen wurden anhand der in einer Datenbank („Forensik“) sowie papierbasiert erfassten Obduktionsprotokolle retrospektiv ausgewertet.

#### Untersuchungsmethoden

Allen Obduktionen lag eine standardisierte Sektionstechnik zugrunde. Die Lunge wurde nach Eröffnen von Bronchien und Blutgefäßen auf in regelmäßigen Abständen geeichten und kalibrierten Waagen gewogen. Leber, Milz und Nieren wurden vor dem Einschneiden gewogen, wobei Letztere davor aus der Capsula adiposa gelöst wurden. Die Organgewichte wurden mit einer Genauigkeit von 5 g angegeben. Wegen der Geläufigkeit in der rechtsmedizinischen Praxis und Literatur [2] wird hier vom Organgewicht gesprochen, obgleich es sich beim Gramm per definitionem um die physikalische Einheit der Masse handelt.

Alter, Geschlecht, Körpergröße, Körpergewicht, Todesart und Organgewichte wurden in einer „Excel“-Tabelle

Der 1. Teil dieses Beitrags ist unter <https://doi.org/10.1007/s00194-019-00370-3> erschienen [16].

dokumentiert. In die Studienpopulation eingeschlossen wurden männliche und weibliche Verstorbene ab 18 Jahren. Ausgeschlossen wurden Minderjährige sowie Fälle mit fehlender Dokumentation der Körpermaße oder mit Vorliegen von Faktoren mit evtl. Auswirkung auf Körpermaße bzw. Organgewichte (Amputation von Gliedmaßen, Deformierung der Wirbelsäule, Weichteilödeme, Aszites, Drogenabusus, Schwangerschaft, Krankenhausaufenthalte von mehr als 3 Tagen unmittelbar ante mortem, Fäulnis, Brandeinwirkung, unvollständiger Erhaltungszustand des Leichnams, Zustand nach Vorsektion sowie Konservierung des Leichnams). Wurden pathologische Befunde eines Organs festgestellt, ohne dass obige Ausschlusskriterien erfüllt waren, wurde nur das betroffene Organ von der Studie ausgeschlossen.

Die überwiegenden Ausschlussgründe bei der Untersuchung der Leber waren Steatosis hepatis, Leberzirrhose und Stauungszeichen, bei der Lunge Lungenödem und -emphysem, bei der Milz Stauungszeichen und Traumata und bei den Nieren hypertensive-assoziierte Befunde, Nierenzysten sowie -infarkte.

Der BMI wurde wie folgt berechnet [1]:

$$\text{BMI} [\text{kg}/\text{m}^2] = \frac{\text{Körpergewicht}[\text{kg}]}{\text{Körpergröße} [\text{m}]^2}$$

Die Körperoberfläche („body surface area“, BSA) wurde nach Boyd ermittelt [3]:

$$\text{BSA} [\text{m}^2] = 0,0003207 \cdot (\text{Körpergröße} [\text{cm}])^{0,3} \cdot \text{Körpergewicht} [\text{g}]^{(0,7285-0,0188 \cdot \log(\text{Körpergewicht} [\text{g}]))}$$

Die statistische Auswertung erfolgte mittels des Programmes „BIAS. für Windows“ (epsilon-Verlag GbR, Hochheim-Darmstadt, Deutschland).

Da der Kolmogorow-Smirnow-Lilliefors-Test zeigte, dass nicht alle Daten eine Gauß-Verteilung aufwiesen, wurden nichtparametrische Testverfahren herangezogen. Mittels Spearman-Korrelation wurde die Korrelation des Gewichts der eingeschlossenen Organe mit dem Alter bzw. den Körpermaßen (Körpergewicht,

-größe, BMI, BSA) bestimmt. Die Effektstärke wurde folgendermaßen bewertet: Korrelationskoeffizient  $\rho$  < 0,2: sehr schwach, 0,2–0,4: schwach, 0,4–0,6: moderat, 0,6–0,8: stark, > 0,8: optimal [9].

Den nichtparametrischen Toleranzbereich zugrunde legend wurden aktuelle Normbereiche der Organgewichte bestimmt. Diese wurden sowohl für die jeweilige Gesamtstichprobe der eingeschlossenen Organe als auch für nach Körpermaßen getrennte Subgruppen erhoben, wobei lediglich Subgruppen mit einer Fallzahl von mindestens 5 aufgenommen wurden. Mittels des Kruskal-Wallis-Tests wurde berechnet, ob von der Todesart abhängige Unterschiede der Organgewichte vorlagen. Die Effektstärke wurde wie folgt bewertet:  $\eta^2$  = 0,01: geringer Effekt, 0,06: mittlerer Effekt, 0,14: großer Effekt [11]. In Rahmen des Kruskal-Wallis-Tests erfolgte auch ein paarweiser Vergleich der Gruppen mittels Conover-Iman-Test mit Bonferroni-Holm-Korrektur. Da in den Gruppen mit ungeklärter bzw. kombinierter Todesart (d.h. Fällen mit konkurrierenden Todesursachen mit natürlicher Todesart auf der einen und nichtnatürlicher Todesart auf der anderen Seite) die Fallzahl sehr gering war, wurden nur die Gruppen mit natürlichem und nichtnatürlichem Tod berücksichtigt.

Organindizes, entsprechend dem Abstand eines zu prüfenden Wertes von dem Regressionsmodell in Einheiten der Standardabweichung (SD), wurden folgendermaßen aufgestellt: Getrennt nach Geschlechtern und Organen wurde jeweils eine multiple Regression mit Abbaumodell durchgeführt (Organgewicht = Zielgröße „y“, Körpermaße bzw. das Alter als Einflussgrößen „x1“ bis „xn“), wobei als Einflussgrößen nur die Größen herangezogen wurden, für die eine signifikante Korrelation ( $p \leq 0,1$ ) mit dem Organgewicht bestand. Die Modellgleichung lautete  $y = f(x) = \text{const} + b \cdot x$ , sofern das abgebaute Modell nur eine Einflussgröße hatte. Hatte es hingegen mehrere Einflussgrößen:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \text{const} + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_n \cdot x_n$$

Die Berechnung der multiplen Regressionen und die anschließende Ermittlung der Toleranzbereiche der Residuen für die Organindizes setzen eine Normalverteilung der Residuen voraus. Dazu wurden der Kolmogorow-Smirnow-Lilliefors-Test auf Normalverteilung bzw. der Grubbs-Test auf Ausreißer herangezogen. Bei signifikanten Abweichungen von den Voraussetzungen wurden die Ausreißerwerte nicht berücksichtigt, um einerseits die Voraussetzung für die multiple Regression zu gewährleisten und andererseits die Voraussetzungen für die Berechnung der Organindizes zu sichern. Das war bei der Milz (♀) sowie linker (♂, ♀) und rechter Niere (♀) der Fall. Die damit etwas engeren Grenzen der Organindizes führen ggf. dazu, dass „falsch-negative“ Beurteilungen reduziert werden bzw. „auffällig große“ Werte in den Residuen eher erkannt werden.

Für die Residuen aus der multiplen Regression (die Abweichung „R“ der beobachteten Werte vom abgebauten Modell) wurden schließlich Toleranzbereiche entsprechend  $\pm 2 \cdot \text{SD}$  berechnet. Das Residuum „R“ eines neuen, zu prüfenden Wertes ( $x, y$ ) = ( $x$  Einflussgröße/ Einflussgrößen,  $y$  Zielgröße) kann der Anwender mit der Funktionsgleichung der Regressionsgeraden wie folgt ermitteln:

$$R = y - f(x)$$

Liegt „R“ im Toleranzbereich, so ist der Betrag von  $R \leq 2 \cdot \text{SD}$  (mit  $P = 0,95$ ) und damit  $I \leq 2$ . Der Organindex „I“ berechnet sich folgendermaßen:

$$I = R/\text{SD}$$

### Bewertung

- $-2 < I < 2$ : Organgewicht  $y$ , gemessen an der/den Einflussgröße/ Einflussgrößen  $x$ , im Normbereich.
- $I < -2$ : Organgewicht  $y$ , gemessen an der/den Einflussgröße/ Einflussgrößen  $x$ , zu niedrig.
- $I > 2$ : Organgewicht  $y$ , gemessen an der/den Einflussgröße/ Einflussgrößen  $x$ , zu hoch.

C. Holländer · H. Ackermann · M. Parzeller

## Aktuelle Normwerte der Organgewichte und -indizes für die rechtsmedizinische Praxis, Teil 2. Leber, Lunge, Milz und Nieren

### Zusammenfassung

**Einleitung.** Die Obduktion nimmt einen wichtigen Stellenwert in der Medizin ein, da sie nicht nur der Klärung der Todesart und -ursache eines Verstorbenen dient, sondern auch zum Verständnis der Pathophysiologie von Erkrankungen beiträgt. In diesem zweiten Teil der Studie wurden aktuelle Normwerte für das Gewicht für die folgenden adulten Organe entwickelt: Leber, Lunge, Milz, Nieren. Zudem wurden Zusammenhänge zwischen Organgewichten und der Todesart untersucht. **Material und Methoden.** Die im Dreijahreszeitraum von 2011 bis 2013 im Institut für Rechtsmedizin in Frankfurt am Main durchgeführten Obduktionen wurden retrospektiv ausgewertet. Die statistischen Berechnungen erfolgten mithilfe des Programmes „BiAS. für Windows“ (epsilon-Verlag GbR, Hochheim-Darmstadt, Deutschland). **Ergebnisse.** Folgende Normwerte bzw. -bereiche wurden an der Studienpopulation

erhoben: Leber 1047,0–2740,0 g (♂, n = 191) bzw. 749,0–2182,0 g (♀, n = 115), linke Lunge 230,0–840,0 g (♂, n = 119) bzw. 186,8–891,3 g (♀, n = 97), rechte Lunge 249,3–1005,8 g (♂, n = 116) bzw. 215,3–907,5 g (♀, n = 100), Milz 55,0–373,2 g (♂, n = 306) bzw. 50,0–355,0 g (♀, n = 204), linke Niere 110,0–255,0 g (♂, n = 258) bzw. 71,8–215,0 g (♀, n = 137), rechte Niere 100,0–270,0 g (♂, n = 266) bzw. 75,0–212,1 g (♀, n = 140). Für die am stärksten mit Organgewichten korrelierenden Körpermaße, nämlich Body-Mass-Index (BMI), Körperoberfläche („body surface area“, BSA) und Körpergewicht, wurden nach Subgruppen getrennte Normwerte ermittelt. Ein signifikanter Unterschied des Organgewichtes je nach Todesart lag bei Männern bei der Milz und bei den Nieren vor. Bei Frauen war bei keinem der Organe ein von der Todesart abhängiger signifikanter Gewichtsunterschied feststellbar. Außerdem

wurden Organindizes entwickelt, mittels derer der Anwender berechnen kann, ob ein Organgewicht, Körpermaßen bzw. Alter entsprechend, im Normbereich liegt. **Diskussion.** Organgewichte unterliegen wie Körpermaße einem säkularen Trend, welcher jedoch nicht linear und für jedes Organ individuell verläuft. Für die Auswertung von Organgewichten im Rahmen der Obduktion werden deshalb aktuelle, an einer vergleichbaren Population erhobene Normtabellen benötigt. Bei deren Erstellung können sowohl Fälle mit natürlichem als auch mit nichtnatürlichem Tod unter weitestgehendem Ausschluss pathologisch veränderter Organe herangezogen werden.

### Schlüsselwörter

Referenzwerte · Körpermaße · Obduktion · Säkulärer Trend · Todesart

## Current reference values of organ weights and indices for forensic practice, part 2. Liver, lungs, spleen and kidneys

### Abstract

**Introduction.** In medicine an autopsy serves not only to elucidate the type and cause of death of a deceased but also contributes to the understanding of the pathophysiology of diseases. In this second part of the study, current standard weight values were developed regarding the following adult organs: liver, lungs, spleen and kidneys. In addition, the relationships between organ weights and the type of death were examined. **Material and methods.** Autopsies performed at the Institute of Legal Medicine in Frankfurt/Main from 2011 to 2013 were retrospectively evaluated. For statistical analysis “BiAS. for Windows” (epsilon-Verlag GbR, Hochheim-Darmstadt, Germany) was used. **Results.** From the study population the following standard values and ranges were

obtained: liver 1047.0–2740.0 g (♂, n = 191) and 749.0–2182.0 g (♀, n = 115), left lung 230.0–840.0 g (♂, n = 119) and 186.8–891.3 g (♀, n = 97), right lung 249.3–1005.8 g (♂, n = 116) and 215.3–907.5 g (♀, n = 100), spleen 55.0–373.2 g (♂, n = 306) and 50.0–355.0 g (♀, n = 204), left kidney 110.0–255.0 g (♂, n = 258) and 71.8–215.0 g (♀, n = 137), right kidney 100.0–270.0 g (♂, n = 266) and 75.0–212.1 g (♀, n = 140). Regarding body values most strongly correlating with organ weights, namely body mass index (BMI), body surface area (BSA) and body weight, separate norm values were determined according to subgroups. Depending on the type of death a significant difference in the weight of spleen and kidneys was found in men, whereas in women none of the organs showed significant differences in weight. In addition, organ

indices have been developed, which enable the user to calculate whether an organ weight is within the normal range with respect to body dimensions and age. **Discussion.** As with body measurements, organ weights are subject to a secular trend and are not linear and individual. For evaluating organ weights as part of the autopsy current standard tables are required, which are compiled from a comparable population. In this respect, cases of natural as well as nonnatural death can be used, provided pathologically altered organs are excluded.

### Keywords

Reference values · Body measurements · Autopsy · Secular trend · Type of death

Hinsichtlich des Vorliegens eines säkularen Trends erschien ein Vergleich der Daten aus den Jahren 2011–2013 mit denen aus dem Zeitraum von 1991–1993 interessant. Die Obduktionsprotokolle der 1990er-Jahre waren jedoch weniger ausführlich, sodass prozentual deutlich we-

niger Sektionen den Ausschlusskriterien unterlagen als in den Jahren 2011–2013. Wegen eines möglichen Selektionsbias erfolgte deshalb statt einer statistischen Analyse lediglich ein exemplarischer Vergleich.

## Ergebnisse

### Studienpopulation

Von den insgesamt im Zeitraum von 2011 bis 2013 im Institut für Rechtsmedizin in Frankfurt am Main durchgeführten

**Tab. 1** Organgewichte [g] in der Untersuchungskohorte

Organ	Geschlecht des Verstorbenen							
	♂				♀			
	Mittelwert (±SD)	Minimum	Maximum	n	Mittelwert (±SD)	Minimum	Maximum	n
Leber	1770,1 (± 402,2)	910,0	2970,0	191	1409,7 (± 356,5)	615,0	2850,0	115
Lunge, links	525,9 (± 156,7)	185,0	870,0	119	424,6 (± 146,4)	160,0	970,0	97
Lunge, rechts	624,4 (± 184,5)	185,0	1075,0	116	498,6 (± 160,9)	185,0	1025,0	100
Milz	166,7 (± 76,4)	45,0	470,0	306	131,5 (± 68,3)	35,0	470,0	204
Niere, links	171,3 (± 39,0)	90,0	370,0	258	134,7 (± 36,1)	50,0	265,0	137
Niere, rechts	164,5 (± 42,7)	90,0	360,0	266	127,9 (± 32,8)	40,0	245,0	140

**Tab. 2** Korrelation der Organgewichte mit Körpermaßen und Alter. Korrelationskoeffizient (ρ) und Signifikanz (p)

Organe	Geschlecht	Merkmale der Verstorbenen					
		Alter [Jahre]	BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	BSA [m <sup>2</sup> ]	Körpergewicht [kg]	Körpergröße [cm]	
		ρ p	ρ p	ρ p	ρ p	ρ p	
Leber	♂	-0,074681	0,435246	0,535408	0,530545	0,327158	
		0,304234	0,000000*	0,000000*	0,000000*	0,000004*	
	♀	-0,275940	0,360984	0,494055	0,479796	0,298923	
		0,002925*	0,000082*	0,000000*	0,000000*	0,001229*	
Lunge, links	♂	0,018524	0,049179	0,136607	0,123059	0,194334	
		0,841314	0,594820	0,138356	0,182172	0,034343*	
	♀	-0,099900	0,027832	0,037817	0,034383	0,115229	
		0,329686	0,786309	0,712594	0,737684	0,260561	
Lunge, rechts	♂	0,061881	0,305670	0,382069	0,375035	0,247330	
		0,508753	0,000892*	0,000027*	0,000038*	0,007570*	
	♀	-0,043272	0,250198	0,249496	0,252190	0,141376	
		0,668503	0,012233*	0,012487*	0,011544*	0,160376	
Milz	♂	-0,126239	0,371559	0,412510	0,414413	0,192725	
		0,027297*	0,000000*	0,000000*	0,000000*	0,000715*	
	♀	-0,234535	0,301537	0,369066	0,361511	0,256041	
		0,000757*	0,000013*	0,000000*	0,000000*	0,000229*	
Niere, links	♂	0,055048	0,297013	0,344574	0,343668	0,238558	
		0,378308	0,000001*	0,000000*	0,000000*	0,000114*	
	♀	-0,149181	0,266432	0,425893	0,405551	0,439719	
		0,081895	0,001705*	0,000000*	0,000001*	0,000000*	
Niere, rechts	♂	0,102711	0,368541	0,409709	0,409542	0,272238	
		0,094572	0,000000*	0,000000*	0,000000*	0,000007*	
	♀	-0,146332	0,331192	0,473971	0,457119	0,450478	
		0,084495	0,000070*	0,000000*	0,000000*	0,000000*	

BMI Body-Mass-Index, BSA „body surface area“ (Körperoberfläche)

\*Signifikante Korrelation

1591 Obduktionen aller Altersklassen (♂ = 1040, ♀ = 550, 1 Fetus unklaren Geschlechts) wurden 772 (♂ = 467, ♀ = 305) in die Studie eingeschlossen.

## Organgewichte: Korrelationen und Normwerte

In **Tab. 1** werden Mittelwert, Standardabweichung sowie Minimal- und Maximalwert der Organgewichte von Leber,

Lungen, Milz und Nieren der Untersuchungskohorte dargestellt.

Die Korrelationen der Organgewichte mit den Körpermaßen sowie dem Alter zeigt **Tab. 2**. Bei beiden Geschlechtern bestand bei allen untersuchten Organen mit Ausnahme der linken Lunge eine sig-

**Tab. 3** Nichtparametrischer Toleranzbereich als Normbereich der Organgewichte [g]

Organ	Geschlecht des Verstorbenen			
	♂		♀	
	Untere Grenze	Obere Grenze	Untere Grenze	Obere Grenze
Leber	1047,0	2740,0	749,0	2182,0
Lunge, links	230,0	840,0	186,8	891,3
Lunge, rechts	249,3	1005,8	215,3	907,5
Milz	55,0	373,2	50,0	355,0
Niere, links	110,0	255,0	71,8	215,0
Niere, rechts	100,0	270,0	75,0	212,1

nifkante Korrelation mit BMI, BSA und Körpergewicht. Eine signifikante Korrelation mit dem Alter lag interessanterweise nur beim Gewicht der Leber (♀) und der Milz (♂, ♀) vor.

Die ermittelten Normgewichte der Organe gehen aus **Tab. 3** hervor. Die nach Subgruppen für BMI, BSA und Körpergewicht dargestellten Normwerte der Organgewichte zeigen die **Tab. 4, 5 und 6**.

## Organgewichte und Todesart

Von insgesamt 467 Männern lag bei 173 eine natürliche, bei 253 eine nichtnatürliche, bei 18 eine kombinierte und bei 23 eine ungeklärte Todesart vor. Von insgesamt 305 Frauen waren 130 eines natürlichen Todes und 129 eines nichtnatürlichen Todes verstorben. Bei 28 Frauen lag eine kombinierte Todesart vor; bei 18 war die Todesart ungeklärt.

Die Verteilung der Todesarten je nach untersuchtem Organ zeigt, nach Geschlechtern getrennt, **Tab. 7**.

Zudem geht aus **Tab. 7** der Unterschied der Organgewichte in Abhängigkeit von der Todesart hervor.

Bei den Männern lag beim Milzgewicht ein geringer, beim Nierengewicht beidseits jeweils ein großer signifikanter Unterschied zwischen natürlicher und nichtnatürlicher Todesart vor. Nicht signifikant unterschied sich das Organgewicht zwischen den Gruppen „natürlicher Tod“ und „nichtnatürlicher Tod“ bei beiden Lungen und der Leber.

Bei den Frauen lag bei keinem der untersuchten Organe ein signifikanter Gewichtsunterschied zwischen den Gruppen „natürlicher Tod“ und „nichtnatürlicher Tod“ vor.

## Organindizes

Im Folgenden werden die Modellgleichungen der multiplen Regression dargestellt; Toleranzbereiche und Standardabweichung für die Residuen aus der multiplen Regression zeigt **Tab. 8**. Die weitere Vorgehensweise und Bewertung wurde im Abschnitt „Methodik“ erläutert.

Bei der Milz (♀) wurden vorab 8, bei der linken Niere jeweils ein (♂, ♀) und bei der rechten Niere (♀) 3 Ausreißer entfernt, um die Voraussetzungen für die multiple Regression und die Ermittlung der Toleranzbereiche der Residuen zu erfüllen.

Bei der Frau wurde für das Gewicht der linken Lunge kein Organindex bestimmt, da mit keiner der untersuchten Einflussgrößen eine signifikante Korrelation mit  $p \leq 0,1$  bestand.

### Leber

- ♂:  $f(y) = -18,8545 + 878,5914 \cdot \text{BSA} [\text{m}^2]$
- ♀:  $f(y) = -1207,4411 + (-3,2227) \cdot \text{Alter} [\text{Jahre}] + (-31,3990) \cdot \text{Körpergewicht} [\text{kg}] + 2791,2167 \cdot \text{BSA} [\text{m}^2]$

### Lunge, links

- ♂:  $f(y) = (-118,8427) + 3,6250 \cdot \text{Körpergröße} [\text{cm}]$
- ♀: –

### Lunge, rechts

- ♂:  $f(y) = 97,3420 + 261,9567 \cdot \text{BSA} [\text{m}^2]$
- ♀:  $f(y) = 254,4208 + 138,1886 \cdot \text{BSA} [\text{m}^2]$

## Milz

- ♂:  $f(y) = 71,2904 + (-0,4723) \cdot \text{Alter} [\text{Jahre}] + 1,3029 \cdot \text{Körpergewicht} [\text{kg}]$
- ♀:  $f(y) = 593,7522 + (-0,3614) \cdot \text{Alter} [\text{Jahre}] + (-3,1646) \cdot \text{Körpergröße} [\text{cm}] + 5,8601 \cdot \text{Körpergewicht} [\text{kg}] + (-13,1238) \cdot \text{BMI} [\text{kg}/\text{m}^2]$

## Niere, links

- ♂:  $f(y) = 168,9838 + 1,7880 \cdot \text{Körpergewicht} [\text{kg}] + (-72,9870) \cdot \text{BSA} [\text{m}^2]$
- ♀:  $f(y) = -198,2514 + 1,7795 \cdot \text{Körpergröße} [\text{cm}] + 1,4610 \cdot \text{BMI} [\text{kg}/\text{m}^2]$

## Niere, rechts

- ♂:  $f(y) = -332,1713 + 0,3363 \cdot \text{Alter} [\text{Jahre}] + 2,8730 \cdot \text{Körpergröße} [\text{cm}] + 8,0451 \cdot \text{BMI} [\text{kg}/\text{m}^2] + (-120,1943) \cdot \text{BSA} [\text{m}^2]$
- ♀:  $f(y) = -99,5816 + 0,9301 \cdot \text{Körpergröße} [\text{cm}] + 39,7219 \cdot \text{BSA} [\text{m}^2]$

## Diskussion

### Organgewichte

#### Lebergewicht

Beim Vergleich mit anderen Publikationen fallen in der vorliegenden Studie die tendenziell höheren oberen Grenzwerte des Normgewichts der Leber (♂ = 1047,0–2740,0 g, ♀ = 749,0–2182,0 g) auf, während die unteren Grenzwerte oft niedriger waren. La Grandmaison et al. erhoben zwischen 1987 und 1991 in Frankreich Normwerte des Lebergewichts von 1677 g ± 296 g (♂) bzw. 1475 g ± 362 g (♀) [24]. Mathuramon et al. nannten anhand von Obduktionen aus dem Zeitraum von 2005 bis 2007 in Thailand Normwerte von 1390,76 g ± 283,20 g (♂) bzw. 1211,31 g ± 269,62 g (♀) [27]. Sheikazadi et al. ermittelten auf Grundlage von zwischen 2007 und 2008 im Iran durchgeführten Obduktionen Normwerte von 1501,6 g ± 298,2 g (♂) bzw. 1372,2 g ± 297,6 g (♀) [37]. Die Normwerte der eben genannten 3 Autoren entsprechen, wie auch im Folgenden bei den übrigen Organen, jeweils dem Durchschnittswert ± SD [24, 27, 37]. Molina und DiMaio erhoben im Zeitraum zwischen 2005 und 2011 in den USA für Männer einen Normbereich des Lebergewichtes von 968–1860 g, für Frauen



**Tab. 4** Nichtparametrischer Toleranzbereich als Normbereich der Organgewichte der vorliegenden Studienpopulation in Abhängigkeit vom Body-Mass-Index (BMI)

Organ	Merkmale der Verstorbenen						
	BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	♂			♀		
		Untere Grenze	Obere Grenze	Fallzahl <i>n</i>	Untere Grenze	Obere Grenze	Fallzahl <i>n</i>
Leber [g]	Unter 18,5	–	–	–	615,0	1890,0	16
	18,5–24,9	930,0	2520,0	84	751,3	1861,3	54
	25,0–29,9	1048,0	2928,8	72	1040,0	2850,0	31
	30,0–34,9	1300,0	2630,0	25	1210,0	1890,0	7
	35,0–39,9	–	–	–	–	–	–
	Ab 40,0	–	–	–	–	–	–
Lunge, links [g]	Unter 18,5	–	–	–	230,0	645,0	7
	18,5–24,9	219,3	865,5	45	162,5	964,4	44
	25,0–29,9	250,0	822,5	49	195,0	850,0	29
	30,0–34,9	185,0	840,0	17	320,0	740,0	7
	35,0–39,9	–	–	–	340,0	460,0	5
	Ab 40,0	–	–	–	200,0	430,0	5
Lunge, rechts [g]	Unter 18,5	–	–	–	245,0	710,0	7
	18,5–24,9	254,5	950,3	45	193,8	1008,8	49
	25,0–29,9	244,5	1012,0	51	210,0	820,0	28
	30,0–34,9	185,0	1075,0	13	380,0	860,0	7
	35,0–39,9	–	–	–	400,0	700,0	5
	Ab 40,0	–	–	–	–	–	–
Milz [g]	Unter 18,5	70,0	175,0	7	35,0	390,0	22
	18,5–24,9	50,0	250,0	124	51,9	259,4	94
	25,0–29,9	55,0	328,8	124	50,0	420,5	61
	30,0–34,9	80,0	400,0	39	80,0	250,0	15
	35,0–39,9	140,0	470,0	10	70,0	400,0	5
	Ab 40,0	–	–	–	160,0	320,0	7
Niere, links [g]	Unter 18,5	90,0	180,0	8	50,0	180,0	15
	18,5–24,9	108,5	231,5	107	58,3	237,5	61
	25,0–29,9	98,5	261,5	96	90,3	215,0	40
	30,0–34,9	115,0	260,0	36	80,0	230,0	10
	35,0–39,9	145,0	255,0	7	110,0	200,0	5
	Ab 40,0	–	–	–	120,0	200,0	6
Niere, rechts [g]	Unter 18,5	100,0	165,0	9	40,0	135,0	16
	18,5–24,9	99,1	253,5	112	75,0	231,3	61
	25,0–29,9	97,8	269,0	101	67,8	223,5	42
	30,0–34,9	90,0	270,0	30	90,0	190,0	9
	35,0–39,9	160,0	235,0	8	105,0	175,0	6
	Ab 40,0	200,0	360,0	6	120,0	180,0	6

zwischen 2004 und 2014 von 603–1767 g. Die Durchschnittswerte lagen bei 1561 g (SD ± 317 g) (♂) bzw. 1288 g (SD ± 330 g) (♀) [29, 30].

Mit 191 männlichen und 115 weiblichen Lebern ist die vorliegende Studienpopulation kleiner als die von Sheik-hazadi et al. (♂ = 914, ♀ = 308) und la Grandmaison et al. (♂ = 355, ♀ = 329)

[24, 37]. Mathuramon et al. schlossen zwar mit 460 Fällen mehr männliche Lebern ein, die weibliche Gruppe war mit 99 Fällen jedoch kleiner [27]. Dies war auch bei Molina und DiMaio der Fall (♂ = 225, ♀ = 99) [29, 30].

Bei der Interpretation von Obduktionsbefunden ist zu beachten, dass Organgewichte von zahlreichen Faktoren be-

einflusst werden. Hier sind nicht nur interindividuelle, geschlechts- und populationspezifische Unterschiede zu nennen, sondern auch Unterschiede zwischen den Organgewichten von Lebenden und Verstorbenen sowie eine Abhängigkeit von der Obduktionstechnik [12, 15, 16, 25, 29, 30, 37]. Bei la Grandmaison et al. und Sheik-hazadi et al. wurde die Leber

**Tab. 5** Nichtparametrischer Toleranzbereich als Normbereich der Organgewichte der vorliegenden Studienpopulation in Abhängigkeit von der Körperoberfläche („body surface area“, BSA)

Organ	Merkmale der Verstorbenen						
	BSA [m <sup>2</sup> ]	♂			♀		
		Untere Grenze	Obere Grenze	Fallzahl <i>n</i>	Untere Grenze	Obere Grenze	Fallzahl <i>n</i>
Leber [g]	1,2–1,39	–	–	–	–	–	–
	1,4–1,59	–	–	–	740,0	1890,0	23
	1,6–1,79	920,0	2120,0	24	843,8	1970,0	44
	1,8–1,99	989,7	2580,5	61	1180,0	2125,0	27
	2,0–2,19	1405,0	2860,0	49	1425,0	2850,0	10
	2,2–2,39	1275,6	2910,8	40	–	–	–
	2,4–2,59	1540,0	2250,0	8	–	–	–
	2,6–2,79	–	–	–	–	–	–
Lunge, links [g]	1,2–1,39	–	–	–	–	–	–
	1,4–1,59	–	–	–	180,0	645,0	24
	1,6–1,79	270,0	870,0	11	215,0	970,0	26
	1,8–1,99	210,0	838,8	41	160,0	850,0	26
	2,0–2,19	245,0	830,0	36	285,0	740,0	8
	2,2–2,39	185,0	840,0	17	200,0	510,0	7
	2,4–2,59	410,0	740,0	6	–	–	–
	2,6–2,79	–	–	–	–	–	–
Lunge, rechts [g]	1,2–1,39	–	–	–	–	–	–
	1,4–1,59	–	–	–	185,0	710,0	26
	1,6–1,79	375,0	790,0	12	255,0	1025,0	28
	1,8–1,99	241,3	1008,1	44	210,0	820,0	27
	2,0–2,19	350,0	1075,0	32	400,0	860,0	7
	2,2–2,39	185,0	1005,0	16	380,0	750,0	6
	2,4–2,59	590,0	1000,0	5	–	–	–
	2,6–2,79	–	–	–	–	–	–
Milz [g]	1,2–1,39	–	–	–	80,0	280,0	7
	1,4–1,59	55,0	230,0	5	45,5	370,0	43
	1,6–1,79	50,0	290,0	34	50,0	380,0	64
	1,8–1,99	60,0	250,0	90	52,0	328,0	55
	2,0–2,19	51,9	300,0	94	80,0	270,0	19
	2,2–2,39	61,5	386,4	62	70,0	320,0	6
	2,4–2,59	81,0	415,0	12	180,0	400,0	5
	2,6–2,79	230,0	380,0	5	–	–	–
Niere, links [g]	1,2–1,39	–	–	–	–	–	–
	1,4–1,59	–	–	–	50,0	265,0	26
	1,6–1,79	90,0	220,0	32	85,0	177,5	49
	1,8–1,99	90,0	245,4	76	80,0	215,0	30
	2,0–2,19	118,3	277,9	72	110,0	230,0	14
	2,2–2,39	119,5	248,5	51	120,0	170,0	7
	2,4–2,59	150,0	260,0	13	–	–	–
	2,6–2,79	–	–	–	–	–	–

Tab. 5 (Fortsetzung)

Organ	Merkmale der Verstorbenen						
	BSA [m <sup>2</sup> ]	♂			♀		
		Untere Grenze	Obere Grenze	Fallzahl <i>n</i>	Untere Grenze	Obere Grenze	Fallzahl <i>n</i>
Niere, rechts [g]	1,2–1,39	–	–	–	–	–	–
	1,4–1,59	90,0	165,0	5	75,0	220,0	24
	1,6–1,79	95,0	250,0	31	68,7	222,5	51
	1,8–1,99	100,0	269,5	80	90,0	225,0	30
	2,0–2,19	94,6	257,9	76	105,0	205,0	14
	2,2–2,39	116,3	275,0	49	120,0	160,0	8
	2,4–2,59	130,0	270,0	13	–	–	–
	2,6–2,79	140,0	235,0	5	–	–	–

Tab. 6 Nichtparametrischer Toleranzbereich als Normbereich der Organgewichte der vorliegenden Studienpopulation in Abhängigkeit vom Körpergewicht

Organ	Merkmale der Verstorbenen						
	Körpergewicht [kg]	♂			♀		
		Untere Grenze	Obere Grenze	Fallzahl <i>n</i>	Untere Grenze	Obere Grenze	Fallzahl <i>n</i>
Leber [g]	40–49,9	–	–	–	900,0	1890,0	11
	50–59,9	1000,0	1640,0	10	740,0	1880,0	30
	60–69,9	920,0	2160,0	33	840,0	1980,0	30
	70–79,9	939,0	2682,0	47	1150,0	2125,0	23
	80–89,9	1390,0	2970,0	35	1390,0	2850,0	8
	90–99,9	1525,0	2920,0	38	–	–	–
	100–109,9	1275,0	2300,0	16	–	–	–
	110–119,9	1860,0	2250,0	5	–	–	–
	120–129,9	–	–	–	–	–	–
Lunge, links [g]	40–49,9	–	–	–	260,0	645,0	9
	50–59,9	300,0	480,0	6	180,0	640,0	27
	60–69,9	270,0	870,0	19	160,0	970,0	17
	70–79,9	250,0	865,0	30	195,0	850,0	22
	80–89,9	260,0	785,0	26	320,0	540,0	5
	90–99,9	245,0	840,0	21	285,0	740,0	6
	100–109,9	230,0	795,0	5	200,0	510,0	5
	110–119,9	185,0	715,0	5	–	–	–
	120–129,9	–	–	–	–	–	–
Lunge, rechts [g]	40–49,9	–	–	–	220,0	710,0	9
	50–59,9	350,0	545,0	6	185,0	715,0	30
	60–69,9	280,0	960,0	20	240,0	1025,0	19
	70–79,9	240,0	1015,0	34	210,0	820,0	22
	80–89,9	350,0	1075,0	23	–	–	–
	90–99,9	440,0	1005,0	17	400,0	860,0	6
	100–109,9	500,0	875,0	6	–	–	–
	110–119,9	–	–	–	–	–	–
	120–129,9	–	–	–	–	–	–



**Tab. 6** (Fortsetzung)

Organ	Merkmale der Verstorbenen						
	Körpergewicht [kg]	♂			♀		
		Untere Grenze	Obere Grenze	Fallzahl <i>n</i>	Untere Grenze	Obere Grenze	Fallzahl <i>n</i>
Milz [g]	40–49,9	–	–	–	50,0	390,0	21
	50–59,9	55,0	230,0	14	46,8	189,1	46
	60–69,9	50,0	280,0	49	51,8	414,0	53
	70–79,9	52,5	250,0	69	50,0	376,0	40
	80–89,9	58,3	321,5	65	80,0	270,0	17
	90–99,9	50,0	352,4	60	100,0	240,0	9
	100–109,9	70,0	395,0	29	70,0	320,0	5
	110–119,9	140,0	415,0	8	–	–	–
Niere, links [g]	120–129,9	150,0	370,0	5	180,0	400,0	5
	40–49,9	–	–	–	80,0	265,0	11
	50–59,9	90,0	190,0	18	50,0	180,0	32
	60–69,9	105,0	220,0	36	85,0	215,0	37
	70–79,9	90,0	247,1	62	105,0	215,0	22
	80–89,9	121,3	296,3	49	80,0	205,0	13
	90–99,9	111,3	265,0	49	110,0	230,0	5
	100–109,9	140,0	245,0	23	120,0	170,0	8
Niere, rechts [g]	110–119,9	155,0	260,0	7	–	–	–
	120–129,9	155,0	250,0	5	–	–	–
	40–49,9	–	–	–	90,0	220,0	10
	50–59,9	90,0	170,0	18	75,0	170,0	33
	60–69,9	95,0	250,0	38	66,0	245,0	35
	70–79,9	95,5	274,5	61	90,0	225,0	22
	80–89,9	118,8	315,6	54	90,0	205,0	16
	90–99,9	91,3	275,0	49	–	–	–
100–109,9	130,0	250,0	22	120,0	185,0	8	
110–119,9	130,0	270,0	7	–	–	–	
120–129,9	140,0	200,0	5	–	–	–	

vor dem Einschneiden gewogen [24, 37], wie auch in der vorliegenden Studie. Bei Molina und DiMaio wurde das Lebergewicht zusammen mit der Gallenblase bestimmt [29, 30]. Keine näheren Angaben zur Obduktionstechnik liegen bei Mathuram et al. vor [27].

Das Studiendesign in der Literatur unterschied sich insofern, dass Mathuram et al. und Sheikazadi et al. Verstorbene von 15 Jahren bis ins Greisenalter aufnahmen [27, 37]. Bei Molina und DiMaio lag die Altersspanne hingegen bei 18 bis 35 Jahren [29, 30]. Die Unterschiede der Normwerte in den verschiedenen Publikationen sind somit vermutlich durch ein Zusammenspiel aus Abweichungen der durchschnittlichen Körpermaße bzw. des Alters der einzelnen Studienpopulationen, der Obduktionstechnik,

des Studiendesigns (Ein- und Ausschlusskriterien, statistische Methoden), der geografischen Faktoren und möglicherweise weiteren, hier nicht untersuchten Aspekten mit jeweils unterschiedlicher Gewichtung zu begründen.

Der exemplarische Vergleich mit den zwischen 1991 und 1993 in Frankfurt erhobenen Werten zeigt dort beim Mann mit 1792,1 g (SD ± 422,6 g, *n* = 592) und insbesondere bei der Frau mit 1527,1 g (SD ± 372,5 g, *n* = 285) höhere Durchschnittswerte des Lebergewichtes.

In den Jahren 2011–2013 lagen bei beiden Geschlechtern höhere Durchschnittswerte von Körpergröße, -gewicht, BMI und BSA vor, während das Durchschnittsalter ähnlich bis geringfügig höher (♂) bzw. niedriger (♀) war. Da das durchschnittliche Organgewicht der

Leber aber bei gleicher Sektionstechnik ähnlich bis geringgradig niedriger war als in den 1990er-Jahren, werden Organgewichte vermutlich von einem weiteren, von den Körpermaßen unabhängigen Faktor beeinflusst. Dies könnte Gegenstand nachfolgender Untersuchungen werden. Zudem wird die im Abschnitt „Organgewichte als Indikator vorherrschender Gesellschaftsbedingungen“ erläuterte Annahme eines nichtlinearen Verlaufs des säkularen Trends mit der Beobachtung von Stagnationen und teils sogar rückläufigen Tendenzen gestützt. Da im ersten Teil der Studie bei Gehirn und Herz eine Tendenz zu höheren Organgewichten in den Jahren 2011–2013 erkennbar war [16], ist außerdem zu vermuten, dass der säkulare Trend nicht bei allen Organen den gleichen Verlauf zeigt.

Tab. 7 Organgewichte und Todesart

Organ	Geschlecht der Verstorbenen	p-Wert (Globaltest)	Effektstärke $\eta^2$	Bonferroni-Holm-korrigierte p-Werte der Gruppen: natürlich vs. nichtnatürlich	Todesart (n)	
					Natürlich	Nichtnatürlich
Leber	♂	0,236576	0,0223	0,251169	66	106
	♀	0,356918	0,0284	1,000000	46	51
Lunge, links	♂	0,513371	0,0195	0,869646	47	66
	♀	0,731934	0,0134	1,000000	43	39
Lunge, rechts	♂	0,086157	0,0573	0,066550	47	63
	♀	0,103125	0,0624	0,115174	43	41
Milz	♂	0,004256*	0,0432	0,001830*	113	169
	♀	0,026841	0,0453	0,054314	73	99
Niere, links	♂	0,000000*	0,1611	0,000000*	81	158
	♀	0,242825	0,0307	1,000000	50	70
Niere, rechts	♂	0,000000*	0,1400	0,000000*	88	160
	♀	0,707676	0,0100	1,000000	56	66

\*Signifikanter Unterschied

Tab. 8 Toleranzbereich und Standardabweichung (SD) der Residuen der multiplen Regression

Organ	Geschlecht der Verstorbenen	Toleranzbereich		SD
		Untere Grenze	Obere Grenze	
Leber	♂	-664,9089	664,9089	336,2057
	♀	-569,2918	569,2913	286,1357
Lunge, links	♂	-307,3053	307,3054	154,5354
	♀	-	-	-
Lunge, rechts	♂	-338,3927	338,3923	170,1040
	♀	-307,7406	307,7404	154,3245
Milz	♂	-129,8183	129,8183	65,8647
	♀	-84,7493	84,7493	42,8627
Niere, links	♂	-64,5403	64,5403	32,7101
	♀	-58,2423	58,2423	29,3420
Niere, rechts	♂	-65,5491	65,5491	33,2273
	♀	-47,3066	47,3066	23,8349

Aufgrund der fehlenden Möglichkeit einer statistischen Auswertung, bedingt durch die geringere Informationsfülle der Obduktionsprotokolle der 1990er-Jahre, ist eine Verzerrung dieser Beobachtungen durch den evtl. Einschluss pathologisch veränderter Organe jedoch nicht auszuschließen.

### Lungengewicht

Das Gewicht der Lunge wird in der Literatur nicht einheitlich dargestellt. Während manche Autoren das Gewicht für linke und rechte Lunge getrennt angaben, nannten andere das Gesamtgewicht.

Des Weiteren ist in der gängigen Literatur eine große Spannweite des als physiologisch eingestuften Lungengewichtes zu finden. Das Organgewicht kann je-

doch nicht per se auf pathologische Veränderungen schließen lassen [37].

Den Normwerten der vorliegenden Studie (linke Lunge ♂ = 230,0–840,0 g, ♀ = 186,8–891,3 g; rechte Lunge ♂ = 249,3–1005,8 g, ♀ = 215,3–907,5 g) am ähnlichsten waren die von la Grandmaison et al. Diese lagen bei der linken Lunge bei 583 g ± 216 g (♂) bzw. 467 g ± 174 g (♀) und bei der rechten Lunge bei 663 g ± 239 g (♂) bzw. 546 g ± 207 g (♀) [24]. Die von Sheik-hazadi et al. vorgeschlagenen Normwerte betragen 533,8 g ± 197,7 g (♂) bzw. 417,3 g ± 106,9 g (♀) für die linke Lunge und 567,8 g ± 175,7 g (♂) bzw. 442,1 g ± 118,8 g (♀) für die rechte Lunge [37] und ähnelten somit den Ergebnissen der vorliegenden Studie. Niedriger

waren mit 112–675 g (linke Lunge) bzw. 155–720 g (rechte Lunge) die Normbereiche des Lungengewichts für Männer von Molina und DiMaio. Ebenso waren die Durchschnittswerte von 395 g (SD ± 147 g) bei der linken und 445 g (SD ± 159 g) bei der rechten Lunge niedriger [29]. Ähnlich verhielt es sich mit Molinas und DiMaios Normbereichen des Lungengewichts für Frauen. Diese betragen für die linke Lunge 105–515 g (Durchschnitt 299 g, SD ± 117 g), und für die rechte Lunge 101–589 g (Durchschnitt 340 g, SD ± 123 g) [30]. Bei beiden Geschlechtern bestand ein signifikanter Unterschied zwischen dem Gewicht der linken und der rechten Lunge [29, 30]. Älter als die oben genannte Literatur, aber ebenfalls niedriger als die Ergebnisse der vorliegenden Studie sind die ab 1957 von Whimster und Macfarlane an einer Studienpopulation in England erhobenen Werte für das Lungengesamtgewicht mit 857 g ± 168 g (♂) bzw. 748 g ± 174 g (♀) [40]. Mathuramon et al. gaben Normwerte von 831,19 g ± 277,45 g (♂) bzw. 659,30 g ± 241,04 g (♀) an [27]. Unklar ist jedoch, ob es sich hierbei um das Gesamtgewicht oder das Gewicht der einzelnen Lungenflügel handelt [27].

Die Fallzahl der vorliegenden Studie ist mit 119 linken und 116 rechten Lungen beim Mann sowie 97 linken und 100 rechten Lungen bei der Frau niedriger als die von la Grandmaison et al. (♂ = 355, ♀ = 329) und Sheik-hazadi et al. (♂ = 914, ♀ = 308) [24, 37]. Whimster und Macfar-

lane schlossen 71 männliche und 141 weibliche Lungen ein [40]. Bei Mathuramon et al. lag mit 460 Fällen zwar eine höhere Fallzahl bei Männern, jedoch mit 100 Fällen eine sehr ähnliche bei Frauen vor [27]. Auch Molina und DiMaio hatten mit 230 linken und 229 rechten Lungen bei Männern eine höhere Fallzahl, die von Frauen war jedoch mit jeweils 102 linken und rechten Lungen mit der vorliegenden Studienkohorte vergleichbar [29, 30].

Ein Grund für das vergleichsweise hohe Lungengewicht bei la Grandmaison et al. und Sheikazadi et al. ist vermutlich u. a. in deren Sektionstechnik zu suchen, da diese die Lungen bereits vor dem Eröffnen von Bronchien und Blutgefäßen gewogen hatten [24, 37]. Wird die Lunge direkt nach dem Absetzen vom Hauptbronchus gewogen, sind bekanntermaßen höhere Werte zu erwarten als bei Fällen, in denen das Gewicht erst nach dem Eröffnen der Bronchien und Blutgefäße und somit nach Abfluss von Schleim und Blut bestimmt wurde. Bei Mathuramon et al. sowie Molina und DiMaio wurde auf die konkrete Sektionstechnik nicht näher eingegangen [27, 29, 30]. Whimster und Macfarlane konnten nicht zuverlässig emphysematöse Lungen von gesunden trennen, weshalb das Organgewicht hier möglicherweise durch den Einschluss pathologisch veränderter Lungen beeinflusst wurde [40].

Es wird angemerkt, dass sich sowohl in der vorliegenden als auch in den oben genannten Studien [24, 27, 29, 30, 37, 40] das Normgewicht auf die durchblutete Lunge bezieht. Das reine Parenchymgewicht ist entsprechend niedriger einzuschätzen.

Während die Durchschnittswerte des Lungengewichtes in den 1990er-Jahren in Frankfurt beim Mann mit 559,3 g (SD ± 171,7 g,  $n = 551$ ) bei der linken Lunge und 667,2 g (SD ± 205,0 g,  $n = 534$ ) bei der rechten Lunge höher waren als in den aktuellen Daten, ähnelten sich die Werte bei der Frau mit 421,9 g (SD ± 132,9 g,  $n = 351$ ) bei der linken Lunge bzw. 505,7 g (SD ± 149,4 g,  $n = 351$ ) bei der rechten Lunge.

### Milzgewicht

Das Milzgewicht weist laut Krumbhaar und Lippincott die weiteste Spanne

der Normalgewichte der Organe auf, wobei Werte zwischen 50 g und 400 g als physiologisch erachtet wurden [23]. McCormick und Kashgarian fanden bei einer Literaturrecherche ebenfalls einen sehr breiten Normbereich des Milzgewichtes von 80–300 g [28]. Diese Ergebnisse spiegeln die in der vorliegenden Publikation ermittelten Normwerte ( $\sigma = 55,0\text{--}373,2\text{ g}$ ,  $\varphi = 50,0\text{--}355,0\text{ g}$ ) wider.

La Grandmaison et al. ermittelten Normwerte des Milzgewichtes von 156 g ± 87 g ( $\sigma$ ) bzw. 140 g ± 78 g ( $\varphi$ ) [24]. Bei Sheikazadi et al. betragen die Normwerte des Milzgewichtes 172,1 g ± 69,1 g ( $\sigma$ ) bzw. 166,5 g ± 68,0 g ( $\varphi$ ) [37]. Molina und DiMaio errechneten für Männer einen Normbereich von 28–226 g; für Frauen wurden Werte unter 230 g als normal beschrieben. Die Durchschnittswerte waren mit 139 g (SD ± 58 g) ( $\sigma$ ) bzw. 115 g (SD ± 51 g) ( $\varphi$ ) nur geringfügig niedriger als in der vorliegenden Studie [29, 30]. Myers und Segal ermittelten anhand von Sektionen in den USA für hellhäutige Männer einen Normbereich des Milzgewichtes von 75–245 g (Durchschnitt 145 g), für hellhäutige Frauen von 55–190 g (Durchschnitt 115 g). Für dunkelhäutige Männer betrug der Normbereich 40–200 g (Durchschnitt 105 g), für dunkelhäutige Frauen 35–190 g (Durchschnitt 95 g) [32]. Deutlich niedriger als die Normwerte der vorliegenden Studie waren die von Mathuramon et al., welche bei Männern 96,47 g ± 36,74 g und bei Frauen 81,93 g ± 36,17 g betragen [27].

Mit 306 männlichen und 204 weiblichen Fällen ist die vorliegende Studienpopulation kleiner als die von la Grandmaison et al. ( $\sigma = 355$ ,  $\varphi = 329$ ) und Sheikazadi et al. ( $\sigma = 914$ ,  $\varphi = 308$ ) [24, 37]. Niedriger waren die Fallzahlen von Molina und DiMaio mit 227 Männern und 101 Frauen sowie die von Myers und Segal mit 166 dunkelhäutigen und 116 hellhäutigen Männern und jeweils 42 dunkel- bzw. hellhäutigen Frauen [29, 30, 32]. Bei Mathuramon et al. lag zwar mit 453 Fällen eine größere männliche Studienpopulation vor, die weibliche war hingegen mit 98 Fällen kleiner [27].

Bezüglich der Obduktionstechnik ist anzumerken, dass la Grandmaison et al. und Sheikazadi et al. die Milz vor dem

Einschneiden wogen, bei Mathuramon et al., Molina und DiMaio und Myers und Segal hingegen wurden keine konkreten Angaben zur Sektionstechnik gemacht [24, 27, 29, 30, 32, 37].

Beim exemplarischen Vergleich mit den Frankfurter Obduktionsdaten zwischen 1991 und 1993 zeigten sich ähnliche Durchschnittswerte des Milzgewichtes mit 165,3 g (SD ± 80,6 g,  $n = 950$ ) beim Mann bzw. 133,4 g (SD ± 63,6 g,  $n = 531$ ) bei der Frau.

### Nierengewicht

Den Normwerten des Nierengewichtes der vorliegenden Studie (linke Niere  $\sigma = 110,0\text{--}255,0\text{ g}$ ,  $\varphi = 71,8\text{--}215,0\text{ g}$ , rechte Niere  $\sigma = 100,0\text{--}270,0\text{ g}$ ,  $\varphi = 75,0\text{--}212,1\text{ g}$ ) am ähnlichsten waren zum einen die von la Grandmaison et al. erhobenen Werte, welche für die linke Niere 160 g ± 41 g ( $\sigma$ ) bzw. 136 g ± 37 g ( $\varphi$ ) und für die rechte Niere 162 g ± 39 g ( $\sigma$ ) bzw. 135 g ± 39 g ( $\varphi$ ) betragen. Vergleichbar waren auch deren Durchschnittswerte mit 160 g (SD ± 41 g) ( $\sigma$ ) bzw. 136 g (SD ± 37 g) ( $\varphi$ ) bei der linken Niere und 162 g (SD ± 39 g) ( $\sigma$ ) bzw. 135 g (SD ± 39 g) ( $\varphi$ ) bei der rechten Niere [24]. Auch die Normwerte von Sheikazadi et al. ähnelten mit 150,3 g ± 52,1 g ( $\sigma$ ) bzw. 135,3 g ± 26,2 g ( $\varphi$ ) für die linke Niere und 147,9 g ± 48,8 g ( $\sigma$ ) bzw. 130,9 g ± 25,5 g ( $\varphi$ ) für die rechte Niere den Ergebnissen der vorliegenden Studie [37]. Molina und DiMaio hingegen publizierten für Männer einen Normbereich der linken Niere von 83–176 g und der rechten Niere von 81–160 g [29]. Die gleichen Autoren ermittelten für Frauen einen Normbereich des Gewichtes der linken Niere von 35–192 g und der rechten Niere von 38–174 g [30]. Die Durchschnittswerte der linken Niere betragen 137 g (SD ± 28 g) ( $\sigma$ ) bzw. 116 g (SD ± 32 g) ( $\varphi$ ), der rechten Niere 129 g (SD ± 26 g) ( $\sigma$ ) bzw. 108 g (SD ± 27 g) ( $\varphi$ ). Beim Mann bestand zudem ein signifikanter Unterschied zwischen dem Gewicht der linken und rechten Niere [29, 30]. Höher als die Normwerte der vorliegenden Studie waren die von Mathuramon et al. mit 252,93 g ± 53,56 g ( $\sigma$ ) bzw. 222,32 g ± 44,35 g ( $\varphi$ ). Unklar ist allerdings, ob es sich dabei um das

Gesamtgewicht beider Nieren oder das Gewicht pro Niere handelt [27].

Die vorliegende Studienpopulation ist mit 258 linken und 266 rechten Nieren ( $\sigma$ ) bzw. 137 linken und 140 rechten Nieren ( $\varphi$ ) kleiner als die von laGrandmaison et al. ( $\sigma = 355$ ,  $\varphi = 329$ ) und Sheikazadi et al. ( $\sigma = 914$ ,  $\varphi = 308$ ) [24, 37]. Kleiner war die Fallzahl von Molina und DiMaio mit 227 linken und 228 rechten Nieren ( $\sigma$ ) bzw. jeweils 102 linken und rechten Nieren ( $\varphi$ ) [29, 30]. Bei Mathuramon et al. lag mit 455 Fällen zwar eine größere männliche Studienpopulation vor, die weibliche war mit 99 Fällen jedoch kleiner [27].

Wie auch die Milz wurden die Nieren bei laGrandmaison et al. und Sheikazadi et al. vor dem Einschnitten gewogen, bei Mathuramon et al. und Molina und DiMaio sind wiederum keine detaillierten Angaben zur Sektionstechnik zu finden [24, 27, 29, 30, 37].

Die in den 1990er-Jahren in Frankfurt erhobenen Werte ähnelten bei beiden Geschlechtern mit 178,9 g ( $\sigma$ , SD  $\pm 45,6$  g,  $n = 724$ ) bzw. 138,8 g ( $\varphi$ , SD  $\pm 31,2$  g,  $n = 286$ ) bei der linken Niere und 172,2 g ( $\sigma$ , SD  $\pm 47,1$  g,  $n = 719$ ) bzw. 132,2 g ( $\varphi$ , SD  $\pm 30,9$  g,  $n = 280$ ) bei der rechten Niere den aktuellen Daten.

## Organgewichte und Todesart

Da von manchen Autoren gefordert wird, ausschließlich nichtnatürliche Todesfälle zur Erstellung von Referenzwerten für Organgewichte heranzuziehen [35], soll im Folgenden der Einfluss der Todesart auf Organgewichte betrachtet werden.

Bruce-Chwatt konnte bei Untersuchungen in Afrika keine Unterschiede des Milzgewichtes bei nichtnatürlichem Tod, verglichen mit den Gesamtfällen, feststellen [5]. Molina und DiMaio untersuchten den Einfluss von Stauung oder Blutverlust von mindestens 1 l auf Organgewichte. Bei Männern konnten die Autoren ein signifikant niedrigeres Gewicht von Leber und Milz bei Blutverlust nachweisen [29]. Bei beiden Geschlechtern kam es zu signifikanten Veränderungen des Lungengewichtes sowohl bei Stauung als auch bei Blutverlust und des Nierengewichtes bei Stauung [29, 30]. Auch Boyd beschrieb

eine Tendenz zu geringeren Organgewichten bei hypovolämischem Schock [4]. Dieser Aspekt kann insofern mit der Todesart zusammenhängen, dass ein größerer Blutverlust insbesondere bei nichtnatürlichem Tod zu erwarten ist. Bei vielen natürlichen Todesfällen könnte hingegen eine mit der zum Tode führenden Erkrankung zusammenhängende Stauung in Organen vorliegen [16]. Eine Stauung kann jedoch auch bei nichtnatürlichen Todesfällen mit langen Überlebenszeiten zwischen Ereignis und Todeintritt entstehen. So untersuchten Chen et al. die Einflüsse verschiedener Todesursachen und Überlebenszeiten auf das Lungengewicht hinsichtlich der Theorie einer im Rahmen eines hypovolämischen Schocks auftretenden Abnahme des Lungengewichts bzw. einer Zunahme bei Stauung und Ödem durch mikrovaskuläre Schädigung. Bei Tod durch scharfe oder stumpfe Gewalt ließen höhere Lungengewichte auf eine längere Überlebenszeit schließen [6].

Krumbhaar und Lippincott belegten einen signifikanten Unterschied des Milzgewichtes zwischen natürlichem und nichtnatürlichem Tod mit geringgradig höheren Werten bei Ersterem. Sie vermuteten das physiologische Gewicht zwischen den Werten der beiden Gruppen [23]. Demgegenüber stehen die Ergebnisse von Myers und Segal, welche keine Unterschiede des Milzgewichtes in Zusammenhang mit starkem Blutverlust oder der Todesursache nachweisen konnten [32].

In der vorliegenden Studie wurden bei Männern signifikante Unterschiede des Gewichtes von Milz und beiden Nieren zwischen natürlichem und nichtnatürlichem Tod gefunden, die Fallzahlen der Gruppen waren jedoch inhomogen. So war bei den Nieren die Fallzahl nichtnatürlicher Tode jeweils fast doppelt so groß wie die natürlicher Tode, weshalb die Ergebnisse kritisch zu bewerten sind. Bei Frauen lagen keine von der Todesart abhängigen Unterschiede der Organgewichte vor.

Abschließend wird deshalb der weitestgehende Ausschluss pathologisch veränderter Organe als Grundvoraussetzung für Studien zu Normwerten von Organgewichte gesehen. Dem Aspekt

einer möglichen Stauung bei längeren Überlebenszeiten kann mit dem Ausschluss von Krankenhausaufenthalten von mehr als 3 Tagen ante mortem Rechnung getragen werden.

Die Forderung mancher Autoren, lediglich nichtnatürliche Todesfälle aufzunehmen [35], wird nicht gestützt.

## Limitationen [16]

- Trotz einer standardisierten Obduktionstechnik unterscheidet sich möglicherweise die Informationsfülle der Obduktionsprotokolle, da diese von unterschiedlichen ärztlichen Mitarbeitern des Instituts für Rechtsmedizin durchgeführt wurden.
- Obwohl Organgewichte in den Obduktionsprotokollen standardisiert mit einer Genauigkeit von 5 g angegeben wurden, finden sich in einzelnen Fällen Werte mit einer Genauigkeit von 1 g.
- Die entnommenen Asservate wurden nur bei konkreter Fragestellung, nicht aber routinemäßig histologisch untersucht.
- Da im Sektionsgut des Instituts für Rechtsmedizin in Frankfurt am Main der Anteil nichteuropäischer Verstorbener, grob geschätzt, unter 1 % beträgt, wurden ethnische Aspekte nicht berücksichtigt. Zudem ist der geografische Faktor des Wohnortes vermutlich von stärkerer Gewichtung, wenn eine Person bereits mehrere Jahre in Deutschland wohnhaft gewesen ist.
- Da die Erhebung von Organindizes eine Normalverteilung voraussetzt, war bei Milz ( $\varphi$ ) und linker ( $\sigma$ ,  $\varphi$ ) und rechter Niere ( $\varphi$ ) die vorherige Elimination von Ausreißern nötig.

## Organgewichte als Indikator vorherrschender Gesellschaftsbedingungen

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden Normtabellen für das Gewicht von Leber, Lungen, Milz und Nieren unter Berücksichtigung von Korrelationen mit verschiedenen Körpermaßen sowie Organindizes entwickelt, welche Rechtsmedizinern und Pathologen in einem



vergleichbaren populationspezifischen Raum als einfaches Orientierungsmittel bei der Bewertung von Sektionsbefunden dienen können [16]. Aufgrund der bestehenden Korrelationen zwischen Organgewichten und Körpermaßen einerseits [24, 29, 30, 37] und der vielfach beschriebenen Zunahme des durchschnittlichen BMI der Bevölkerung sowie des säkularen Trends der Körpergröße [7, 8, 10, 22, 41, 43] sind Organgewichte nur eine begrenzte Zeit gültig. Die Zunahme des durchschnittlichen BMI und der Prävalenz von Adipositas wird auf eine multifaktorielle Genese mit einem Zusammenspiel genetischer Faktoren und Umweltfaktoren, des sozioökonomischen Status und der Veränderung der Ernährungs- und Bewegungsgewohnheiten der Gesellschaft zurückgeführt [14, 18, 22, 33]. Der säkulare Trend der Körpergröße zeigt keinen linearen Verlauf. Durch das Einwirken verschiedener Umweltfaktoren, wie beispielsweise der Verschlechterung der Ernährungssituation während der Weltkriege, wurden Stagnationen oder sogar rückläufige Tendenzen beobachtet, welche mit der Verbesserung der externen Einflüsse wieder ausgeglichen werden konnten [17, 21, 39, 43]. Auch die sozioökonomische Situation eines Menschen scheint sein individuelles Größenwachstum zu beeinflussen – so sind Angehörige höherer sozialer Schichten tendenziell größer als sozial schwächer Gestellte [20]. Des Weiteren spielen das jeweilige Gesundheits- und Sozialsystem eine Rolle [19]. Eine Abflachung des säkularen Trends war gegen Ende des 20. Jh. nicht nur in Deutschland erkennbar [7, 13, 36, 38, 42]. Noch nicht abzusehen ist allerdings, ob es sich bei obiger Beobachtung um den Endpunkt des säkularen Trends oder nur um eine temporäre Erscheinung handelt [13].

Die Untersuchung der menschlichen Organgewichte im Rahmen der Obduktion wird somit auch weiterhin einen wesentlichen Stellenwert einnehmen und über die Klärung von Todesart und -ursache des einzelnen Verstorbenen hinaus auch wissenschaftlichen Fragestellungen dienlich sein (mortui vivos docent).

## Fazit für die Praxis [16]

- Bei der Erstellung von Normtabellen für Organgewichte können sowohl Fälle mit natürlichem als auch mit nichtnatürlichem Tod jeweils unter weitestgehendem Ausschluss pathologisch veränderter Organe herangezogen werden, wobei auf eine standardisierte Sektionstechnik zu achten ist.
- Bestehende Korrelationen der Organgewichte mit Körpermaßen wie Körpergröße und -gewicht sollten in Normtabellen berücksichtigt werden.
- Die regelmäßige Aktualisierung von Normtabellen ist unerlässlich, da Organgewichte wie Körpermaße einem säkularen Trend unterliegen.
- Organindizes erlauben eine Beurteilung von Organgewichten, gemessen an allen relevanten Einflussgrößen.
- Der säkulare Trend von Körpermaßen und letztendlich auch Organgewichten folgt keinem linearen Verlauf.
- Die Zunahme der Organgewichte im Rahmen des säkularen Trends zeigt bei jedem Organ einen individuellen Verlauf.
- Organgewichte stellen einen Indikator für die jeweiligen Gesellschaftsbedingungen dar.

## Korrespondenzadresse

### C. Holländer

Institut für Rechtsmedizin, Universitätsklinikum Frankfurt, Goethe-Universität Frankfurt a. M. Kennedyallee 104, 60596 Frankfurt a. M., Deutschland  
hollaender.christiane@gmail.com

**Danksagung.** Die Autoren bedanken sich bei Herrn Prof. Dr. Mebs für die Übersetzungshilfe.

**Funding.** Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** C. Holländer, H. Ackermann und M. Parzeller geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Diese retrospektive Studie erfolgte nach Konsultation der zuständigen Ethikkommission und im Einklang mit nationalem Recht.

## Literatur

1. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>. Zugegriffen: 1. Mai 2020
2. [https://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/054-001l\\_S1\\_Die-rechtsmedizinische\\_Leichenoeffnung\\_2018-02.pdf](https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/054-001l_S1_Die-rechtsmedizinische_Leichenoeffnung_2018-02.pdf). Zugegriffen: 1. Mai 2020
3. Boyd E (1935) The growth of the surface area of the human body. University of Minnesota Press, Minneapolis
4. Boyd E (1933) Normal variability in weight of the adult human liver and spleen. Arch Pathol 16:350–372
5. Bruce-Chwatt LJ (1956) Biometric study of spleen- and liver-weights in Africans and Europeans, with special reference to endemic malaria. Bull World Health Organ 15:513–548
6. Chen J-H, Quan L, Ishikawa T, Michiue T, Wang Q, Zhu B-L, Maeda H (2009) Postmortem lung weight with regard to survival time. Leg Med (Tokyo) 11(Suppl 1):238–240
7. Cole TJ (2003) The secular trend in human physical growth. A biological view. Econ Hum Biol 1:161–168
8. Dubrova YE, Kurbatova OL, Kholod ON, Prokhorovskaya VD (1995) Secular growth trend in two generations of the Russian population. Hum Biol 67:755–767
9. Evans JD (1996) Straightforward statistics for the behavioral sciences. Brooks/Cole, Pacific Grove
10. Finucane MM, Stevens GA, Cowan MJ, Danaei G, Lin JK, Paciorek CJ, Singh GM, Gutierrez HR, Lu Y, Bahalim AN, Farzadfar F, Riley LM, Ezzati M (2011) National, regional, and global trends in body-mass index since 1980. Systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. Lancet 377:557–567
11. Frieze M, Hofmann W, Naumann E, Rasch B (2010) Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler, 3. Aufl. Quantitative Methoden, Bd. 2. Springer, Berlin, Heidelberg, New York
12. Garby L, Lammert O, Kock KF, Thobo-Carlsen B (1993) Weights of brain, heart, liver, kidneys, and spleen in healthy and apparently healthy adult Danish subjects. Am J Hum Biol 5:291–296
13. Gohlke B, Wölflle J (2009) Größenentwicklung und Pubertät bei deutschen Kindern: Gibt es noch einen positiven säkularen Trend? Dtsch Arztebl 106:377–382
14. Güngör NK (2014) Overweight and obesity in children and adolescents. J Clin Res Pediatr Endocrinol 6:129–143
15. He Q, Heshka S, Albu J, Boxt L, Krasnow N, Elia M, Gallagher D (2009) Smaller organ mass with greater age, except for heart. J Appl Physiol 106:1780–1784
16. Holländer C, Ackermann H, Parzeller M (2020) Aktuelle Normwerte der Organgewichte und -indizes für die rechtsmedizinische Praxis, Teil 1: Gehirn und Herz. Rechtsmedizin 30:79–87. <https://doi.org/10.1007/s00194-019-00370-3>
17. Jaeger U, Zellner K, Kromeyer K (1990) Ergebnisse Jenaer anthropologischer Schulkinderuntersuchungen zwischen 1880 und 1985. Anthropol Anz 48:239–245
18. James WPT (2008) The epidemiology of obesity. The size of the problem. J Intern Med 263:336–352
19. Komlos J, Lauderdale BE (2007) The mysterious trend in American heights in the 20th century. Ann Hum Biol 34:206–215

20. Komlos J, Tanner JM, Davies PS, Cole T (1992) The growth of boys in the Stuttgart Carlschule, 1771–93. *Ann Hum Biol* 19:139–152
21. Kromeyer K, Jaeger U (1995) Auswirkungen veränderter Lebensbedingungen auf Körperhöhe und Körpergewicht bei Jenaer Vorschulkindern. *Z Morphol Anthropol* 81:91–100
22. Kromeyer-Hauschild K, Jaeger U (1998) Growth studies in Jena, Germany. Changes in body size and subcutaneous fat distribution between 1975 and 1995. *Am J Hum Biol* 10:579–587
23. Krumbhaar EB, Lippincott SW (1939) The post-mortem weight of the “normal” human spleen at different ages. *Am J Med Sci* 197:344–358
24. La Grandmaison GL de, Clairand I, Durigon M (2001) Organ weight in 684 adult autopsies. New tables for a Caucasoid population. *Forensic Sci Int* 119:149–154
25. Lee V, Byard RW (2013) Variation in methods of cardiac dissection—A potential confounder in measuring cardiac weight at autopsy. *J Forensic Sci* 58:811–812
26. Ludwig J, Elveback LR (1974) Hepatic parenchyma weight changes in the presence of primary and secondary tumors of the liver. A morphometric study. *Beitr Pathol* 153:280–288
27. Mathuramon P, Chirachariyavej T, Peonim AVMV, Rochanawutanon M (2009) Correlation of internal organ weight with body weight and length in normal Thai adults. *J Med Assoc Thai* 92:250–258
28. McCormick WF, Kashgarian M (1965) The weight of the adult human spleen. *Am J Clin Pathol* 43:332–333
29. Molina DK, DiMaio VJM (2012) Normal organ weights in men. Part II—The brain, lungs, liver, spleen, and kidneys. *Am J Forensic Med Pathol* 33:368–372
30. Molina DK, DiMaio VJM (2015) Normal organ weights in women. Part II—The brain, lungs, liver, spleen, and kidneys. *Am J Forensic Med Pathol* 36:182–187
31. Mori S (1978) Parenchymal weight of the parathyroid gland and the kidney in chronic glomerulonephritis. *Tohoku J Exp Med* 125:85–91
32. Myers J, Segal RJ (1974) Weight of the spleen. I. Range of normal in a nonhospital population. *Arch Pathol* 98:33–35
33. Ogden CL, Carroll MD, McDowell MA, Flegal KM (2007) Obesity among adults in the United States—No statistically significant change since 2003–2004. *NCHS Data Brief* 1:1–8
34. O’Reilly RA (1998) Splenomegaly in 2,505 patients at a large university medical center from 1913 to 1995. 1963 to 1995. 449 patients. *West J Med* 169:88–97
35. Pearl R, Bacon AL (1924) Biometrical studies in pathology. III. The absolute weight of the heart and spleen in tuberculous persons. *Johns Hopkins Hosp Rep* 21:297–377
36. Schönbeck Y, Talma H, van Dommelen P, Bakker B, Buitendijk SE, HiraSing RA, van Buuren S (2013) The world’s tallest nation has stopped growing taller. The height of Dutch children from 1955 to 2009. *Pediatr Res* 73:371–377
37. Sheikhezadi A, Sadr SS, Ghadyani MH, Taheri SK, Manouchehri AA, Nazparvar B, Mehrpour O, Ghorbani M (2010) Study of the normal internal organ weights in Tehran’s population. *J Forensic Leg Med* 17:78–83
38. Verwied-Jorky S, Sönnichsen A, Weineck J, Koletzko B (2003) Height and weight of German primary school children in the Family Intervention Trial (FIT) Erlangen. *Eur J Nutr* 42:165–170
39. Wahren J (1980) Die Körperhöhenverhältnisse bei Frauen und Männern. *Z Morphol Anthropol* 71:294–305
40. Whimster WF, Macfarlane AJ (1974) Normal lung weights in a white population. *Am Rev Respir Dis* 110:478–483
41. Woodward H, Ruttly JE, Ruttly GN (2001) A 51-year retrospective study of the trends of height, weight and body mass index at the time of death in those aged 16–103. *J Clin Forensic Med* 8:66–73
42. Zellner K, Jaeger U, Kromeyer-Hauschild K (2004) Height, weight and BMI of schoolchildren in Jena, Germany—Are the secular changes levelling off? *Econ Hum Biol* 2:281–294
43. Zellner K, Kromeyer K, Jaeger U (1996) Growth studies in Jena, Germany. Historical background and secular changes in stature and weight in children 7–14 years. *Am J Hum Biol* 8:371–382

Hier steht eine Anzeige.