



# SEXUELLER DIMORPHISMUS BASIEREND AUF DER BRUSTBEIN KNOCHEN MORPHOMETRIE BEI MENSCHLICHEN FÖTEN: EINE PILOTSTUDIE

## ORIGINALER ARTIKEL

ARAGÃO, José Aderval<sup>1</sup>, MATOS, Ícaro Quintela<sup>2</sup>, CARVALHO, Higor Dantas Gonçalves<sup>3</sup>, ARAGÃO, Iapunira Catarina Sant'Anna<sup>4</sup>, ARAGÃO, Felipe Matheus Sant'Anna<sup>5</sup>, LOURENÇO, Bárbara Costa<sup>6</sup>, FEITOSA, Vera Lúcia Correa<sup>7</sup>, REIS, Francisco Prado<sup>8</sup>

ARAGÃO, José Aderval, *et al.* **Sexueller Dimorphismus basierend auf der Brustbein Knochen Morphometrie bei menschlichen Föten: eine Pilotstudie.**

Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Jahr. 08, Hrsg. 04, Bd. 01, S. 115-128. April 2023. ISSN: 2448-0959, Zuganglink: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/gesundheit/sexueller-dimorphismus>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/gesundheit/sexueller-dimorphismus

## ZUSAMMENFASSUNG

Das Erkennen und Bestimmen des Geschlechts aus Fragmenten und Überresten menschlicher Skelette war bisher eine komplexe Aufgabe für Forensiker und Anthropologen. Für erstere wird es bei Massenkatastrophen, Katastrophen wie Terroranschlägen und Kriegen von entscheidender Bedeutung. Die Studie mit Knochen des Beckens, des Schädels, des Oberschenkelknochens und anderer langer Knochen hat wesentlich dazu beigetragen, die Bestimmung des Geschlechts in diesen Situationen zu analysieren. Das Studium des Brustbeindimorphismus kann ein weiteres Element sein, das mit dieser Art von Wissen zusammenarbeiten kann. Ziel der vorliegenden Studie war es, bei menschlichen Föten den Geschlechtsdimorphismus des Brustbeins auf der Grundlage seiner Umfangsmessungen zu untersuchen, die mit statistischen Methoden behandelt wurden. Zu diesem Zweck verwendeten drei verschiedene Beobachter ein digitales Pachymeter mit einer Genauigkeit von 0,01 mm und berechneten den Durchschnitt der erhaltenen Messungen. Unterschiede im Durchschnitt wurden mit dem t-Test und dem Mann-Whitney-Test sowie der Diskriminanzanalyse bewertet. Befunde aus Messungen des Brustbeins bei menschlichen Föten schienen uns kein verlässlicher



Indikator für die Geschlechtsbestimmung zu sein. Wir hoffen, dass weitere Studien mit einer größeren Anzahl von Proben und der Verwendung anderer möglicher Techniken ebenfalls mit dem Thema zusammenarbeiten werden.

Schlüsselwörter: Geschlechtsbestimmung des Skeletts, Brustbein, Anthropometrie, Biometrische Identifikation, Diskriminanzanalyse, Gerichtsmedizin.

## **EINLEITUNG**

Variationen in der Brustbeingröße sind bei Individuen üblich (GOODMAN *et al.*, 1983). Morphometrische Daten des Brustbeins sind in der Rechtsmedizin wichtig geworden, insbesondere um das Geschlecht von Menschen zu identifizieren, die Opfer von Massenkatastrophen wurden und bei denen die Spuren menschlicher Skelette prekär sind (SINGH *et al.*, 2012; SINGH und PATHAK, 2013). Der Vergleich zwischen den Geschlechtern der Beziehung zwischen der Länge des Brustbeins und dem Manubrium wurde von Wenzel (1788) in der forensischen Radiologie entwickelt, gefolgt von Ashley (1956). Dwight (1881) und Hyrtl (1893) erkannten und berichteten ein Verhältnis von 1:2 bei Frauen und 2:1 bei Männern. Dies führte zur Schaffung des Hyrtl'schen Gesetzes, das besagt, dass: Die Länge des weiblichen Manubriums übersteigt die Hälfte der Länge des Mesosternums und die Körperlänge des männlichen Brustbeins ist mindestens doppelt so lang wie das Manubrium (DWIGHT, 1890). Hunnargi *et al.* (2009), in dem 115 Brustbein der Maharashtra-Bevölkerung Indiens gemessen wurden, testete die Lebensfähigkeit des Hyrtl'schen Gesetzes und berichtete, dass nur 18,7% der Stichprobe dem durch dieses Gesetz festgelegten Gesetz entsprachen. Ramadan *et al.* (2010) fanden unter Verwendung der Computertomographie des Thorax und verglichen ihre Ergebnisse mit den durch das Hyrtl'sche Gesetz beschriebenen Ergebnissen eine Genauigkeit von 86% für Frauen und 34% für Männer.

Studien mit dem Ziel, das Geschlecht von Individuen anhand der Länge und Breite des Brustbeins zu identifizieren, wurden von Autoren wie Gautam *et al.* (2003), Atal *et al.* (2009), Osunwoke *et al.* (2010), Sing *et al.* (2012); Pathak und Singh (2012); Kaneriya *et al.* (2013); Singh und Pathak (2013) und Changani *et al.* (2014). Diese



Autoren räumten ein, dass es unmöglich sei, einen Wert zu bestimmen, der die Geschlechter unterscheidet, und betrachteten ihre Ergebnisse als unbefriedigend und von geringer Wirksamkeit. In jüngster Zeit wurden ausgefeiltere mathematische Methoden wie logistische Regressionen und Diskriminanzanalysen verwendet (MACALUSO *et al.*, 2010; PUTTABANTHI *et al.*, 2012). Darwish *et al.* (2017) untersuchten 60 CT-Scans der Brust erwachsener Ägypter und führten eine multiple Regressionsanalyse mit der Länge des Manubriums und des Brustbeinkörpers durch. Breite des Manubriums, dritte und vierte Sternebrae und erhielt eine Genauigkeit von 96,67%.

Mukhopadhyay (2010) führte eine Diskriminanzanalyse der Messungen der Breite der Halskerbe vom Brustbein bis zur Höhe der 4. Rippe und der Länge der hinteren Krümmung durch, der Autor hob die 100% ige Genauigkeit bei der Diagnose des Geschlechts hervor. Mehrere Studien, die unterschiedliche mathematische Behandlungen verwenden, haben einen sexuellen Dimorphismus des Brustbeins in verschiedenen Regionen gefunden, wie zum Beispiel: Südindien (CHANDRAKANTH; KANCHAN; KRISHAN, 2014), Südafrika (MACALUSO *et al.*, 2010), Bengalen (MUKHOPADHYAY, 2010), Nordwestbulgarien (TONEVA; NIKOLOVA, 2014).

Ähnliche Studien waren in der brasilianischen Bevölkerung nicht üblich (REBELO *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2021). Daher besteht ein zeitnaher Bedarf an Studien zum Geschlechtsdimorphismus des Brustbeins in der brasilianischen Bevölkerung, wenn man den Wert der Messungen des Brustbeins berücksichtigt, die in den unterschiedlichsten Populationen nachgewiesen wurden (ROSS; UBELAKER; KIMMERLE, 2011). Die wiederkehrende Verwendung von Literatur über Erwachsene ist darauf zurückzuführen, dass Studien zu diesem Thema bei Föten selten sind. Aragão *et al.* (2021) führte eine Studie zum Sternumindex bei menschlichen Föten als Indikator für sexuellen Dimorphismus durch.



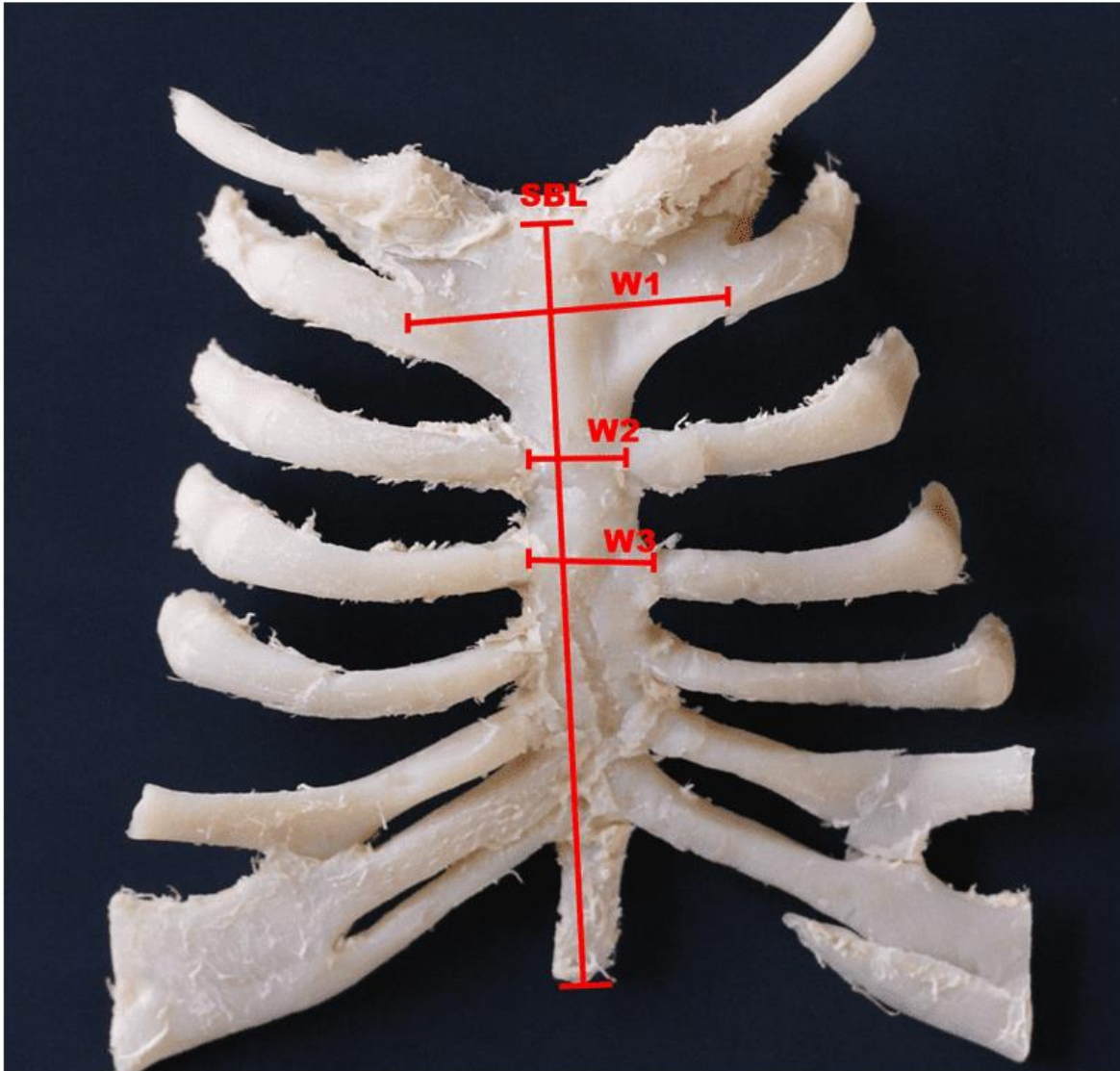
## MATERIAL UND METHODE

Dreißig Brustbein, 15 von männlichen und 15 weiblichen menschlichen Föten, wurden sezirt, entfernt, gereinigt und die costosternalen Gelenke konserviert. Die Föten waren 20,9 bis 36,8 Wochen alt, ein Durchschnittsalter von  $27,63 \pm 4,5$  und ein Median von 27,1 Wochen. Die dreißig Föten in der Studie standen im Anatomielabor zur Verfügung und wurden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt. Diese Föten wurden in Übereinstimmung mit dem Gesetz Nr. 8501 vom 30. November 1992 erhalten, das sich mit der Verwendung von nicht beanspruchten Leichen zur Verwendung in Forschungsstudien befasst. Die Forschungsethikkommission der *Universidade Federal de Sergipe*, Gutachten Nr. 1.462.381, genehmigte diese Studien.

Bei der Auswahl wurden nur Föten mit vollständigen Brustkrben berücksichtigt, während diejenigen ausgeschlossen wurden, die irgendeine Art von Veränderung ihrer Wirbelsäule zeigten, einschließlich Kyphose, Lordose, Skoliose oder einer sichtbaren Fehlbildung des vorderen Brustbereichs.

Drei unabhängige Beobachter führten die Messungen mit Hilfe eines digitalen Messschiebers mit einer Genauigkeit von 0,01 mm durch und die Messungen zwischen ihnen wurden gemittelt. Es gab keine beschreibbare Diskrepanz. Sternale Knochenlänge (SBL)[9] (Abstand zwischen der Jugularkerbe am Manubrium des Brustbeins und der Spitze des knorpeligen Xiphoidfortsatzes). Die Sternumbreiten wurden von der Kerbe der Costosternalgelenke gemessen: 1 (W1) (Abstand zwischen den Rippenkerben der ersten Rippen); Breite 2 (W2) (Abstand zwischen den Rippenkerben der zweiten Rippen); und 3 (W3) (Abstand zwischen den Rippenkerben der dritten Rippen) (Abbildung 1).

Abbildung 1. Morphometrische Messungen des Brustbeins



SBL - Sternale Knochenlänge. W1 - Brustbeinbreite 1. W2 - Brustbeinbreite 2. W3 - Brustbeinbreite  
3. Quelle: Autoren.

Die Datenanalysen wurden nach Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum beschrieben. Die mittleren Unterschiede wurden mit dem ungepaarten Welch-t-Test und dem Mann-Whitney-Test bewertet. Welchs ungepaarter t-Test wurde verwendet, weil seine Annahmen der Normalität (Shapiro-Wilks-Test) und der Gleichheit der Varianzen (Levene-Test) erfüllt waren. Unter diesen Bedingungen ist





der Welch-T-Test leistungsfähiger als der Mann-Whitney-Test (GERKE und RANDES, 2010). Um die Diskriminanzfunktion zu beurteilen, wurden alle Modelle einschließlich Brustbeinlänge, Breite 1, Breite 2 und Breite 3 getestet, wie z. B. Einzelmodelle, paarweise Modelle, Drei-Wege-Modelle und umfassende Modelle. Für jedes Modell haben wir nicht standardisierte Koeffizienten, standardisierte Koeffizienten und Schwerpunkte basierend auf dem Geschlecht berechnet. Die Diskriminanzanalyse hat univariate und multivariate Normalverteilung, Varianzgleichheit und eine nicht-singuläre Streumatrix als Annahmen, die in allen Modellen erfüllt wurden (SHARMA und PALIWAL, 2013). Bei der verwendeten Software handelte es sich um das R Core Team 2018 und das angenommene Signifikanzniveau lag bei 5%.

## BEFUND

Die deskriptive Statistik der vier Variablen (Brustbeinlänge, Breite 1, Breite 2 und Breite 3) ist in Tabelle 1 dargestellt. Die Ergebnisse zeigten, dass alle männlichen Variablen etwas höhere Mittelwerte aufwiesen als weibliche, jedoch ohne statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern für eine der Variablen, gemäß dem t-Test oder dem Mann-Whitney-Test ( $p > 0,05$ ). Bei der Analyse der standardisierten Koeffizienten können wir aus dem Modell mit allen Variablen schließen, dass die Parameter, die die sexuelle Differenzierung am meisten beeinflussten, die Brustbeinbreite 3 (1,847), die Brustbeinbreite 2 (-0,905), die Brustbeinbreite 1 (-0,657) und die Länge des Brustbeins (0,024) waren.

Tabelle 1. Deskriptive Statistik der Brustbeinmessungen

	Weiblich (n=15)		Männlich (n=15)		T Wert	(p-Wert)	p-Wert*
	Mittelwert (SD)	Med [Min-Max]	Mittelwert (SD)	Med [Min-Max]			
Brustbeinlänge	52.28 (7.98)	52.66 [37.31-63.02]	53.23 (12.81)	54.58 [35.27-76.61]	0.24	(0.809)	0.885
Brustbeinbreite 1	13.36 (3.09)	12 [10.34-19.13]	13.48 (2.48)	13.28 [9.98-18.18]	0.12	(0.907)	0.917



Brustbeinbreite 2	11.84 (2.91)	11.47 16.76]	[8.15-	11.96 (2.35)	11.93 15.48]	[7.39-	0.12 (0.902)	0.756
Brustbeinbreite 3	10.16 (2.19)	9.70 13.58]	[6.83-	10.55 (1.85)	10.68 13.85]	[7.32-	0.53 (0.599)	0.520

Prüfung t; \* Mann-Whitney-Test; SD – Standardabweichung; Med – Median. Quelle: Autoren.

Die Schwerpunkte jedes Geschlechts zeigten in den Modellen mit den Breiten 1, 2 und 3 vom Brustbein und im Modell mit allen Variablen einen größeren Abstand (0,146). Folglich wurden die standardisierten und nicht standardisierten Koeffizienten für jede Variable sowie die Konstanten für alle möglichen Funktionen, die durch die Kombination der vier Variablen erzeugt wurden, mit einem auf 0 gesetzten Segmentpunkt berechnet. Wenn das Ergebnis der Diskriminanz-Score-Funktion höher als 0 war, war es männlich, während ein Wert unter 0 als weiblich angesehen wurde (Tabelle 2).

Tabelle 2. Koeffizienten der Diskriminanzfunktionsanalyse mit den Grenzwerten

Variable	Koeffizient (nicht standardisiert)	Koeffizient (standardisiert)	Schwerpunkt	
			F	M
Brustbeinlänge	0.094	1.000	-0.045	0.045
<b>Konstante</b>	-4.942			
Brustbeinbreite 1	0.357	1.000	-0.021	0.021
<b>Konstante</b>	-4.791			
Brustbeinbreite 2	0.379	1.000	-0.023	0.023
<b>Konstante</b>	-4.507			
Brustbeinbreite 3	0.494	1.000	-0.097	0.097
<b>Konstante</b>	-5.120			
Brustbeinlänge	0.118	1.258	-0.047	0.047
Brustbeinbreite 1	-0.154	-0.431		
<b>Konstante</b>	-4.149			
Brustbeinlänge	0.117	1.247	-0.046	0.046



Brustbeinbreite 2	-0.153	-0.403		
<b>Konstante</b>	-4.348			
Brustbeinlänge	-0.058	-0.624	-0.107	0.107
Brustbeinbreite 3	0.683	1.382		
<b>Konstante</b>	-3.993			
Brustbeinbreite 1	0.173	0.484	-0.024	0.024
Brustbeinbreite 2	0.235	0.620		
<b>Konstante</b>	-5.112			
Brustbeinbreite 1	-0.321	-0.899	-0.122	0.122
Brustbeinbreite 3	0.720	1.457		
<b>Konstante</b>	-3.153			
Brustbeinbreite 2	-0.416	-1.100	-0.131	0.131
Brustbeinbreite 3	0.795	1.609		
<b>Konstante</b>	-3.280			
Brustbeinlänge	0.130	1.390	-0.048	0.048
Brustbeinbreite 1	-0.123	-0.344		
Brustbeinbreite 2	-0.114	-0.300		
<b>Konstante</b>	-3.871			
Brustbeinlänge	-0.024	-0.254	-0.124	0.124
Brustbeinbreite 1	-0.287	-0.803		
Brustbeinbreite 3	0.775	1.568		
<b>Konstante</b>	-2.924			
Brustbeinlänge	-0.021	-0.222	-0.133	0.133
Brustbeinbreite 2	-0.386	-1.019		
Brustbeinbreite 3	0.843	1.705		
<b>Konstante</b>	-3.040			
Brustbeinbreite 1	-0.232	-0.649	-0.146	0.146
Brustbeinbreite 2	-0.340	-0.899		
Brustbeinbreite 3	0.917	1.855		
<b>Konstante</b>	-2.335			
Brustbeinlänge	0.002	0.024	-0.146	0.146





Brustbeinbreite 1	-0.234	-0.657		
Brustbeinbreite 2	-0.343	-0.905		
Brustbeinbreite 3	0.913	1.847		
<b>Konstante</b>	-2.350			

Quelle: Autoren.

Die Genauigkeit der Diskriminanzfunktionen (DF)[10] wurde mit den erhaltenen Funktionen getestet (Tabelle 3). Die höchste Genauigkeit für Frauen wurde in mehreren Modellen beobachtet (Genauigkeit = 60%), es gab jedoch keine großen Unterschiede, da die anderen Modelle eine Genauigkeit von 53% erreichten. Für das weibliche Geschlecht konnte auf eine leichte prädiktive Homogenität geschlossen werden. Die besten Ergebnisse (60%) wurden bei den Breiten 1 und 3 der untersuchten Brustbein beobachtet.

Tabelle 3. Genauigkeit der Diskriminanzfunktionen für die Geschlechtsbestimmung

	F	M	Gesamt
SBL	53.3%	53.3%	53.3%
W1	60.0%	40.0%	50.0%
W2	53.3%	53.3%	53.3%
W3	60.0%	60.0%	60.0%
SBL, W1	53.3%	46.7%	50.0%
SBL, W2	60.0%	53.3%	56.7%
SBL, W3	60.0%	60.0%	60.0%
W1, W2	53.3%	53.3%	53.3%
W1, W3	60.0%	53.3%	56.7%
W2, W3	60.0%	73.3%	66.7%
SBL, W1, W2	53.3%	46.7%	50.0%
SBL, W1, W3	60.0%	53.3%	56.7%
SBL, W2, W3	60.0%	73.3%	66.7%
W1, W2, W3	60.0%	66.7%	63.3%



SBL, W1, W2, W3	60.0%	66.7%	63.3%
-----------------	-------	-------	-------

Quelle: Autoren.

Die Ergebnisse für Männer waren mit einer Genauigkeit von 40% bis 73,3% stärker gestreut als für Frauen. Zu den genauesten Modellen gehörten die Brustbeinbreiten 1 und 2 sowie die Brustbeinlänge und die Sternumbreiten 2 und 3, die eine Genauigkeit von 73,3 % erreichten. Bei einzelnen Modellen hatte die Sternumbreite 3 die höchste Genauigkeit (60%). Die höchste Gesamtgenauigkeit wurde mit den Variablen W2, W3 oder SBL, W2 und W3 erzielt, beide Funktionen erhielten 66,7% der korrekten Geschlechtsdiagnose. Bei der Erstellung einer Funktion mit nur einer Variablen erreichte W3 mit einer Genauigkeit von 60 % die höchste Genauigkeit. Die isolierte Variable mit der niedrigsten Genauigkeit war W1 mit nur 50 % Genauigkeit. Gemäß der Diskriminanzfunktion, die durch die Gleichungen bestimmt wurde, war  $DF = - 0,021 * SBL - 0,386 * L2 + 0,843 * L3 - 3,040$  und  $DF = - 0,416 * W2 + 0,795 * W3 - 3,280$  eine geringe Genauigkeit, um das Geschlecht von Föten durch Messungen des Brustbeins zu bestimmen.

## DISKUSSION

In der vorliegenden Studie wurden vier Messungen des Brustbeins bei Föten ausgewertet, mit dem Ziel, einen Zusammenhang zwischen Knochenmorphometrie und Geschlecht herzustellen. Unsere Ergebnisse zeigten, dass es nicht möglich war, eine effektive Geschlechtsbestimmung auf der Grundlage der Brustbeinmorphometrie menschlicher Föten zu entwickeln.

In Bezug auf den Mann-Whitney-Test hatte er in der vorliegenden Studie andere Ergebnisse als ähnliche Studien (CHANDRAKANTH; KANCHAN; KRISHAN, 2014; TONEVA; NIKOLOVA, 2014; DARWISH *et al.*, 2017). Diese Autoren fanden einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern. Es ist möglich, dass dies darauf zurückzuführen ist, dass die Föten einen geringen



Geschlechtsdimorphismus in ihren Maßen aufweisen, was es schwierig machen kann, das Geschlecht nur mit den Brustbeinmaßen genau zu bestimmen.

Die in der aktuellen Studie unter Verwendung von SBL, W2 und W3 oder W2 und W3 ermittelten Werte für die Diskriminanzfunktionen hatten eine Genauigkeit von 73,3 % für Männer und 60 % für Frauen. Diese Werte sind niedrig im Vergleich zu dem von Singh *et al.* (2012), die eine Genauigkeit von 84% erhielten, die 343 Brustbein von Leichen aus Nordindien untersuchten. Macaluso; Lucena (2014) in Spanien entwickelte in einer Stichprobe von 116 Brustbein eine Diskriminanzfunktion mit einer Genauigkeit von 89,7%. Wir geben zu, dass Unterschiede in der Genauigkeit möglicherweise mit der Verwendung von Föten zusammenhängen können.

Trotzdem waren die Genauigkeitswerte der vorliegenden Studie denen mit einfacheren mathematischen Methoden, wie z.B. der Abgrenzung von Grenzwerten, vergleichsweise überlegen. Changani *et al.* (2014) verwendete die Abgrenzung von Grenzpunkten für die Länge des Brustbeins und erzielte eine Genauigkeit von 43,86%, wobei die meisten Probenwerte in der Überlappungszone lagen. Ramadan *et al.* (2010) konnten anhand der Länge des Manubriums 69% bzw. 60% des weiblichen bzw. männlichen Brustbeins korrekt bestimmen. Die geringe Effizienz dieser Studien könnte darauf zurückzuführen sein, dass sich der größte Teil der Bevölkerung in einer Überlappungszone befand, was die Abgrenzung von Grenzpunkten erschwert haben könnte, wie Atal gezeigt hat. Murari; Naik (2009).

## **ABSCHLUSS**

In dieser Studie wurde eine Genauigkeit von 73,3% für Männer und 60% für Frauen unter Verwendung der Variablen W2, W3 oder SBL, W2, W3 erzielt. Daraus können wir schließen, dass die Messungen des Brustbeins von Föten uns keine endgültigen Werte für das Geschlecht des Individuums lieferten. Wir hoffen, dass weitere Studien



mit einer größeren Anzahl von Proben und die Verwendung anderer möglicher Techniken ebenfalls zu diesem Thema beitragen werden.

## VERWEISE

ARAGÃO, J. A.; GONÇALVES CARVALHO, H. D.; MATOS, I. Q.; CAVALCANTI, R. S.; SANT'ANNA ARAGÃO, I. C.; SANT'ANNA ARAGÃO, F. M.; MARASSI, P. H. A.; CARDOSO, P.; LOURENÇO, B. C.; REIS, F. P. Sternal index in human fetuses as an indicator of sexual dimorphism. **J Morphol Sci.** n. 38, p. 321-324, 2021.

ASHLEY, G. T. A comparison of human and anthropoid mesosterna. **Am J Phys Anthropol.**, vol. 14, n. 3, p. 449-65, 1956.

ATAL, D. K.; MURARI, A.; NAIK, S. K. Gender differentiation from sternal widths. **J Ind Acad Forensic Med.**, vol. 30, n. 4, p. 198-201, 2009.

CHANDRAKANTH, H. V.; KANCHAN, T.; KRISHAN, K. Osteometric analysis for sexing of modern sternum – An autopsy study from South India. **Leg Med (Tokyo)**, vol. 16, n. 6, p. 350-6, 2014.

CHANGANI, M. V.; JAVIA, M. D.; VARMA, K. A. Determination of sex from various measurements of human sternum & manubrium in Gujarat population. **J Red Med Den Sci**, vol. 2, n. 1, p. 59-65, 2014.

DARWISH, R. T.; ABDEL-AZIZ, M. H. E. L.; NEKIEDY, A. M.; SOBHZK. Sex determination from chest measurements in a sample of Egyptian adults using Multislice computed tomography. **J Forensic Leg Med**, vol. 52, p. 154-8, 2017.

DWIGHT, T. Sternum as an Index of Sex, Height, and Age. **J AnatPhysiol.**, vol. 24, n. Pt 4, p. 527-35, 1890.

DWIGHT, T. The Sternum as an Index of Sex and Age. **J AnatPhysiol.**, vol. 15, n. Pt 3, p. 327-30, 1881.

GAUTAM, R. S.; SHAH, G. V.; JADAV, H. R.; GOHIL, B. J. The human sternum: as an index of age and sex. **J Anat Soc Ind.**, vol. 52, n. 1, p. 20-3, 2003.

GERKE, T. A.; RANGLES, R. H. A method for resolving ties in asymptotic relative efficiency. **Statistics & probability letters**, vol. 1, n. 80, p. 1065-9, 2010.

GOODMAN, L. R.; TEPLICK, S. K.; KAY, H. Computed tomography of the normal sternum. **AJR Am J Roentgenol**, vol. 141, n. 2, p. 219-23, 1983.



HUNNARGI, S. A.; MENEZES, R. G.; KANCHAN, T.; LOBO, S. W., BINU, V. S.; UYSAL, S.; KUMAR, H. R.; BARAL, P.; HEREKAR, N. G.; GARG, R. K. Sexual dimorphism of the human sternum in a Maharashtrian population of India: a morphometric analysis. **Leg Med** (Tokyo), vol. 10, n. 1, p. 6-10, 2009.

HYRTL, J. **Handbuch der topographischen anatomic percentage**. Vienna: Wilhelm Braumuller, 1893.

KANERIYA, D.; SUTHAR, K.; PATEL, V.; UMARVANSI, B.; MEHTA, C.; TAILOR, C. Morphometric study of sternum for determination of sex. **Cibtech J Bio-Protocols**, vol. 2, n. 2, p. 6-13, 2013.

MACALUSO, P. J.; LUCENA, J. Estimation of sex from sternal dimensions derived from chest plate radiographs in contemporary Spaniards. **Int J Legal Med.**, vol. 128, n. 2, p. 389-95, 1893.

MACALUSO, P. J. *et al.* The efficacy of sternal measurements for sex estimation in South African blacks. **Forensic Sci Int.**, vol. 202, n. 1-3, p. 111.e1-7, 1893.

MUKHOPADHYAY, P. P. Determination of sex from adult sternum by discriminant function analysis on autopsy sample of indian Bengali population: A new approach. **J Indian Acad Forensic Med**, vol. 32, n. 4, p. 971-3, 2010.

OSUNWOKE, E. A.; GWUNIREAMA, I. U.; ORISH, C. N.; ORDU, K. S.; EBOWE, I. A study of sexual dimorphism of the human sternum in the southern Nigerian population. **J Appl Biosci**, n. 26, p. 1636-9, 2010.

PUTTABANTHI, S.; VELICHETY, S.; PADI, T. R.; BODDETIRK; PRIYANKA, J. R. Sexing of unknown adult human sterna by metrical analysis. **International Journal of Biological and Medical Research**, vol. 3, n. 2, p. 1516-1519, 2012.

RAMADAN, S. U.; TÜRKMEN, N.; DOLGUN, N. A.; GÖKHARMAN, D.; MENEZES, R. G.; KACAR, M.; KOŞAR, U. Sex determination from measurements of the sternum and fourth rib using multislice computed tomography of the chest. **ForensicSciInt**, vol. 197, n. 1-3, p. 120.e1-5, 2010.

REBELO, A. C. S.; MATA, J. R.; MATA, F. R.; MOREIRA, P. C.; FIGUEIREDO, A. C. R.; VALE, A. F. Prevalência e caracterização de forame no osso esterno humano. **Revista UFG**, vol. 15, n. 15, p. 114-22, 2014.

ROSS, A. H.; UBELAKER, D. H.; KIMMERLE, E. H. Implications of dimorphism, population variation, and secular change in estimating population affinity in the Iberian Peninsula. **Forensic Sci Int**, vol. 206, n. 2011, p. 214.e1-214.e5, 2011.



SHARMA, A.; PALIWAL, K. K. Linear discriminant analysis for the small sample size problem: an overview. **International Journal of Machine Learning and Cybernetics**, vol. 6, n. 3, p. 443-54, 2015.

SINGH, J.; PATHAK, R. K.; SINGH, D. Morphometric sex determination from various sternal widths of Northwest Indian sternums collected from autopsy cadavers: A comparison of sexing methods. **Egypt J Forensic Sci**, vol. 2, n. 1, p. 18-28, 2012.

SINGH, J.; PATHAK, R. K. Morphometric sexual dimorphism of human sternum in a north Indian autopsy sample: sexing efficacy of different statistical techniques and a comparison with other sexing methods. **Forensic Sci Int**, vol. 228, n. 1-3, p. 174.e1-10, 2013.

SILVA, C. R. X.; SORIANO, E. P.; PEREIRA, E. A.; CARVALHO, M. V. D. Avaliação morfométrica de esternos pertencentes a esqueletos humanos brasileiros identificados. **Braz J Dev.**, vol. 7, n. 8, p. 81040-54, 2021.

TONEVA, D. H.; NIKOLOVA, S. Y. Reliability of the sternal index as a sex indicator in medieval skeletal remains from Northeastern Bulgaria. **J BioSci Biotech**, p. 149-52, 2014.

## **ANHANG – FUßNOTE**

9. Sternal Bone Length (SBL).

10. Discriminant Functions (DF).





Gesendet: 13. Februar 2023.

Genehmigt: 14. März 2023.

---

<sup>1</sup> Berater, Titularprofessor für Klinische Anatomie. ORCID: 0000-0002-2300-3330. CURRÍCULO LATTES: <http://lattes.cnpq.br/6911783083973582>.

<sup>2</sup> Arzt. ORCID: 0000-0001-7285-728X. CURRÍCULO LATTES: LEBENSLAUF:  
<http://lattes.cnpq.br/8918908573196464>.

<sup>3</sup> Doktor. ORCID: 0000-0003-1383-201X. CURRÍCULO LATTES:  
<http://lattes.cnpq.br/9700480045251166>.

<sup>4</sup> Assistenzarzt der medizinischen Klinik. ORCID: 0000-0002-5298-537X. CURRÍCULO LATTES:  
<http://lattes.cnpq.br/6291628187714859>.

<sup>5</sup> Assistenzarzt der medizinischen Klinik. ORCID: 0000-0001-9211-7000. CURRÍCULO LATTES:  
<http://lattes.cnpq.br/4619345212343744>.

<sup>6</sup> Medizinstudent. ORCID: 0000-0001-5924-8658. CURRÍCULO LATTES:  
<http://lattes.cnpq.br/1862815448788019>.

<sup>7</sup> Titularprofessor für Molekularbiologie. ORCID: 0000-0001-5705-6433. CURRÍCULO LATTES:  
<http://lattes.cnpq.br/3337321488338686>.

<sup>8</sup> Titularprofessor der Medizinischen Fakultät. ORCID: 0000-0002-7776-1831. CURRÍCULO LATTES: <http://lattes.cnpq.br/6858508576490184>.