原著論文

ヒト及び他の哺乳類における椎骨の形態の比較

史常德¹⁾, 西澤哲²⁾, 足立和隆³⁾, 木村賛⁴⁾

1) 獨協医科大学第一解剖学教室, 栃木県下都賀郡壬生町北小林 880

2) 東京都老人総合研究所運動機能部門, 東京都板橋区栄町 35-2

3) 筑波大学体育科学系応用解剖学研究室, 茨城県つくば市 1-1-1

4) 東京大学大学院理科系研究科生物科学専攻人類科学, 東京都文京区本郷 7-3-1

要約 椎骨は四肢骨と腸骨などと同様に, その動物が取る姿勢あるいは歩行パターンに適応した形態特徴を持つことが予想される。哺乳類の中で唯一直立二足姿勢を持つヒトの椎骨の形態変化は, 機能とどのような関係があるかということをはっきりとさせる前段階として, その形態変化の特徴を抽出する必要があると考える。前回我々は姿勢の違う動物の椎体の形態変化を主観的に評価し, ヒトのみに見られる椎体の特徴を考察した。今回我々は隣り合う椎骨で計測値が大きく変化する部位を, 統計学的検定手法を用いることによって客観的に評価した。また計測項目も増やし椎骨の変化を総合的に評価した。この結果, 前回の結果に加えて以下のことがヒトの椎体の特徴として明らかになった。1. 椎孔横径が頸椎と腰椎で著しく大きい。2. 棘突起長が第6胸椎あたりで長く, 尾側に傾斜している。3. 椎体, 椎孔, 棘突起の矢状方向における割合は, 頸胸椎移行部付近と胸椎上位を除いては椎体と棘突起が椎孔を中心にしてほぼ同じ割合で分布する。

キーワード 脊椎, 椎骨, 形態比較, 哺乳類, 直立二足姿勢

序

椎骨は四肢骨と腸骨などと同様に, その動物が取る姿勢あるいは歩行パターンに適応した形態特徴を持つことが予想される。したがって, これらの頸椎から腰椎までの椎骨の形態変化も, 種によって様々な変異がある (Slijper, 1946)。特に哺乳類の中で唯一直立二足姿勢を保持しながら二足歩行ができるヒトの脊柱は, 他の動物よりもかなり特殊化した形態を持つと思われる。ヒトが四足歩行から二足歩行に進化する過程において, 脊柱の形態はS字カーブのように変化

したが, 脊柱を構成するひとつひとつの椎骨もそれに伴って, 変化したことが考えられる (葉山, 1986)。しかし, ヒトの椎骨の頭側から尾側への連続的な形態変化と姿勢を関連させた研究は少ない。

著者らは前回, ヒトと霊長類, ニホンカモシカの椎体の線形計測を行い, 姿勢と椎体の形態変化との関係を論じた (史ら, 1995)。しかしながら, この研究は椎体部分に限られ, また, 第3頸椎から最終腰椎までの形態変化を主観的な評価でしか行われなかった。今回は計測項目を椎孔, 棘突起まで広げ, またそれらの形態変化

Table 1. Materials

	N	Age (years)	Sex	Number of Vertebrae for measurement		
				*Cervical	Thoracic	Lumbar
<i>Homo sapiens</i>						
male	26	20~70 (38.31)		5	12	5
female	26	20~70 (45.23)		5	12	5
<i>Pan troglodytes</i>	5	adult	F	5	13	4
<i>Macaca fuscata</i>	6	adult	M	5	12	7
<i>Capricornis crispus</i>	6	adult	F	5	13	6

* Only five cervical vertebrae (from C3 to C7) were measured. (From Shi *et al.*, 1995)

*: Form Shi *et al.* (1995) ; (n): Martin's number

Fig. 1. Illustration demonstrating the measurements takes of the vertebral body ventral height (V. height), dorsal height (D. height), superior sagittal diameter (S. Sag. dmt.), inferior sagittal diameter (I. Sag. dmt.), superior transverse diameter (S. Tr. dmt.), inferior transverse diameter (I. Tr. dmt.), canal projection sagittal diameter (P. Sag. dmt.), canal transverse diameter (Tr. dmt.), cranial inclination angle of spine (C. I. angle) and length of spine (Length).

を隣り合う椎骨間の計測値を検定することで評価することを試みた。

本論文の目的は姿勢の違う動物の椎骨を総合的、客観的に評価することにより、ヒトに固有の椎骨の形態変化特徴を抽出することにある。

資料と方法

1. 資料

資料はヒト男女26個体, チンパンジー(メス)5個体, ニホンザル(オス)6個体, ニホンカモ

シカ (メス) 6 個体である。これらは前回の研究 (史ら, 1995) に用いた資料と同じである (表 1)。

2. 方 法

2-1. 計測方法

椎体のデータ (椎体腹側垂直径, 椎体背側垂直径, 椎体頭側矢状径, 椎体尾側矢状径, 椎体頭側横径, 椎体尾側横径) は前回 (史ら, 1995) 計測したデータを, そのまま用いた。今回はこのデータに加え, マルチン式計測法 (馬場, 1991) を用い, 椎孔投影矢状径 (Canal projection sagittal diameter, 10-01), 椎孔横径 (Canal transverse diameter, 11), 棘突起頭側傾斜角 (Cranial inclination angle of spine, 12), 棘突起長 (Length of spine, 13) を計測した。(括弧内の数字はマルチン番号) (図 1)。

椎孔と棘突起長の計測はミットヨ社製の滑動計測器を用い, 棘突起頭側傾斜角の計測は分度器と直線定規の組み合わせで自作した角度計測器を用いた。滑動計の精度は 0.01 mm で, 角度計測器の最小目盛りは 1 度である。

椎孔後縁から棘突起尖端までの棘突起の近似投影距離 (a) を求めるため, 棘突起長 (c) と棘突起頭側傾斜角 (α) を用いて, 式 ① によって計算した。この計算で出した投影距離を棘突起投影長 (Projection length of spine) と呼ぶことにする (図 2)。

$$a = \sin (\alpha - 90) \times c \text{ ----- ①}$$

2-2. 解析方法

ある計測項目において, 隣合う 2 つの椎骨間で有意な差が認められるならば, その計測項目はその 2 つの椎骨間で大きな変化が存在していると考えることができる。隣り合う椎骨の各計測項目に有意な差があるか否かを, 以下の手順で検定した。各動物 (ヒトの場合は男女を区別), 各計測項目に対し, 椎骨を個体内要因 (水準数は椎骨数に一致) とした一元配置の分散分析を行った。この結果有意な差を示した項目に対し, Fisher の最小有意差法 (LSD) による事後検定を行い, 有意差が認められる隣り合う椎骨間を, その計測項目において差がある椎骨間と

して選び出した。これらの検定の棄却率は 5% とした。また各動物で, 横軸が椎骨番号, 縦軸が各計測項目の平均値である折れ線グラフを作り, そのグラフより差のある椎骨間における計測値の増加・減少を判断した。これらの検定の計算プログラムには米国 Stat Soft 社の STATISTICA (Ver. 5J) を用いた。

結 果

付録表 1~5 に各動物の各計測項目の平均値と標準偏差を示す。なお, 椎体に関する計測値は, 前回 (史ら, 1995) と同じものである。

1. 単変量の比較

表 2~6 に各動物における各項目の変化パターンを示す。表に示す “+” は一つ前の椎骨に対し, その椎骨に有意な増加があり, “-” は有意な減少があることを示す。無印は椎骨間に有意な増加, 減少が存在しないことを意味する。

表 2 から表 6 まで, 全体的に見ると, ヒトでは男女とも, 椎孔矢状径を除き, すべての項目において変化が激しいことがわかる。これはチンパンジーとニホンザルでは腰椎部のみ, ニホンカモシカでは頸椎部と腰椎部のみに変化が著しいことと対照的である。以下に各項目を具体的に説明する。

1-1. 椎体垂直径

ヒトの椎体垂直径は頸椎から胸椎への移行部付近, 胸椎から腰椎への移行部付近で増加の集中が見られ, また, それに加えて, 椎体背側垂直径は胸椎中間部で増加が集中し, 最終腰椎で減少している。この現象は他の動物には見られない。

1-2. 椎体矢状径

ヒトの椎体矢状径は胸椎前半部と腰椎に増加が集中している。これはチンパンジーにおける腰椎のみに見られる増加, ニホンザルの胸腰椎に離散的に見られる増加, ニホンカモシカにおける頸胸椎移行部付近のみに見られる減少, とは明らかに異なる。

Table 2. Significantly different of each measured item between two continuous vertebrae in humans.

	Vertebral body						Vertebral canal		Spine		
	V. height	D. height	S. Sag. dmt.	I. Sag. dmt.	S. Tr. dmt.	I. Tr. dmt.	P. Sag. dmt.	Tr. dmt.	Length	C. I. angle	P. length
C3-C4					+	+		+			
C4-C5	-				+	+		+			
C5-C6			+		+	+			+	+	+
C6-C7	+	+			+	+		-	+		+
C7-T1	+	+				+		-	+	-	
T1-T2	+	+		+				-	+		
T2-T3			+	+		-		-			
T3-T4		+	+	+					+	-	-
T4-T5		+	+	+					+	-	-
T5-T6			+	+					+		
T6-T7		+	+	+							
T7-T8			+	+	+				-		
T8-T9	+		+		+				-	+	
T9-T10		+			+	+			-	+	
T10-T11		+			+	+		+	-	+	
T11-T12	+	+	+		+	+	+		-	+	+
T12-L1	+	+		+	+	+	+	+		+	+
L1-L2	+		+	+	+	+	-		+		+
L2-L3		-	+	+	+	+					
L3-L4		-		+	+	+		+	-		-
L4-L5		-	+	-	+			+	-	-	-
v1, v2	21,462	21,441	21,462	21,483	21,462	21,483	21,441	21,483	21,483	21,462	21,462
F	351	393.6	522.5	439.8	621.1	537.4	9.97	234.0	224.7	103.3	84.6
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

Homo sapiens, male, n = 26. Abbreviations, see Fig. 1.
+ : p < 0.05 (increasing significantly), - : p < 0.05 (decreasing significantly)

Table 3. Significantly different of each measured item between two continuous vertebrae in humans.

	V. height	D. height	S. Sag. dmt.	Vertebral body			Vertebral canal			Spine	
				I. Sag. dmt.	S. Tr. dmt.	I. Tr. dmt.	P. Sag. dmt.	Tr. dmt.	Length	C. I. angle	P. length
C3-C4	-				+		-	+			
C4-C5						+		+			
C5-C6					+	+			+	+	+
C6-C7	+			-	+	+		-	+	+	+
C7-T1	+	+		+		+			+		
T1-T2	+	+		+				-		-	
T2-T3	+			+		-	+	-			
T3-T4		+	+	+					+	-	
T4-T5		+	+	+					+	-	-
T5-T6			+	+	+				+	-	
T6-T7		+	+	+	+						
T7-T8	+		+	+	+	+			-		
T8-T9	+				+	+			-		
T9-T10	+	+			+	+			-	+	
T10-T11	+	+		+	+	+		+	-	+	
T11-T12	+	+		+	+	+	+	+		+	+
T12-L1	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
L1-L2			+	+	+	+	-		+		
L2-L3			+	+	+	+					
L3-L4		-	+	+	+	+		+	-		-
L4-L5				+	+	+		+	-		-
v_1, v_2	21,504	21,525	21,525	21,525	21,525	21,525	21,525	21,525	21,504	21,504	21,504
F	576.6	538.2	593.5	693.8	609.1	591.7	17.1	229.4	107.9	216.9	103.2
P	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

Homo sapiens, female, n = 26. Abbreviations, see Fig. 1.

+ : p < 0.05 (increasing significantly), - : p < 0.05 (decreasing significantly)

Table 4. Significantly different of each measured item between two continuous vertebrae in chimpanzees.

	Vertebral body						Vertebral canal		Spine		
	V. height	D. height	S. Sag. dmt.	I. Sag. dmt.	S. Tr. dmt.	I. Tr. dmt.	P. Sag. dmt.	Tr. dmt.	Length	C. I. angle	P. length
C3-C4								+	+	+	+
C4-C5									+		+
C5-C6						+			+		+
C6-C7					+		-				
C7-T1						+					
T1-T2								-			
T2-T3								-			
T3-T4								-			
T4-T5									+		
T5-T6											
T6-T7											
T7-T8											
T8-T9											
T9-T10											
T10-T11											
T11-T12	+	+			+	+	+	+	-		
T12-T13		+		+	+	+	+			+	
T13-L1		+	+	+	+						
L1-L2	+	+	+	+	+	+				-	
L2-L3			+							-	
L3-L4		-		-			-	+		-	-
v ₁ , v ₂	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84
F	48.6	112.7	133.4	123.9	125.4	146.1	10.6	57.8	22.1	9.5	7.9
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

Pan troglodytes, female, n = 5. Abbreviations, see Fig. 1.
+ : p < 0.05 (increasing significantly), - : p < 0.05 (decreasing significantly)

Table 5. Significantly different of each measured item between two continuous vertebrae in Japanese macaques.

	V. height	D. height	Vertebral body				Vertebral canal			Spine	
			S. Sag. dmt.	I. Sag. dmt.	S. Tr. dmt.	I. Tr. dmt.	P. Sag. dmt.	Tr. dmt.	Length	C. I. angle	P. length
C3-C4	-	-									
C4-C5											
C5-C6											
C6-C7						+		+			
C7-T1							-		+		+
T1-T2		+				+		-			
T2-T3											
T3-T4			+								
T4-T5											
T5-T6				+							
T6-T7				+							
T7-T8		+	+		+	+					
T8-T9		+	+		+	+			-		
T9-T10		+			+	+			-		
T10-T11		+			+	+				+	
T11-T12	+	+		+	+	+					
T12-L1	+	+	+		+	+					
L1-L2	+	+			+		+				
L2-L3		+									
L3-L4	+	+		+	+	+	-				+
L4-L5			+								
L5-L6		-	+								
L6-L7	-	-		-			-	-			
v_{11}, v_2	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,115	23,115	23,115	23,115	23,92
F	128	420.6	214.1	228.7	386.6	325.4	9.8	21.9	32.4	12.8	30.8
P	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

Macaca fuscata, male, n = 6. Abbreviations, see Fig. 1.

+ : p < 0.05 (increasing significantly), - : p < 0.05 (decreasing significantly)

Table 6. Significantly different of each measured item between two continuous vertebrae in Japanese serows.

		Vertebral body						Vertebral canal			Spine	
		V. height	D. height	S. Sag. dmt.	I. Sag. dmt.	S. Tr. dmt.	I. Tr. dmt.	P. Sag. dmt.	Tr. dmt.	Length	C. I. angle	P. length
C3-C4			-								+	+
C4-C5			-								+	
C5-C6	-		-			-	-	+		+		+
C6-C7	-		-		-		+	+	+	+	-	+
C7-T1			-		-		-	-		+	-	+
T1-T2			+					-	-	+		+
T2-T3									-			
T3-T4												-
T4-T5	+											-
T5-T6									-	-		-
T6-T7										-		-
T7-T8									-	-		-
T8-T9									-	-		-
T9-T10										-		-
T10-T11			+							-		
T11-T12								+	+	-	+	
T12-T13	+		+			+	+				+	
T13-L1	+		+			+						
L1-L2			+			+			+			
L2-L3												
L3-L4									+			
L4-L5	-					+	+		+			
L5-L6	-		-			+	+	+	+			
v_1, v_2		23,115	23,115	23,115	23,115	23,115	23,92	12,115	23,115	23,115	23,115	23,115
F		112.4	196.8	7.6	46.5	126.2	62.8	48.8	93.4	497.9	58.6	117.2
P		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

Capricornis crispus, female, n = 6. Abbreviations, see Fig. 1.
+ : p < 0.05 (increasing significantly), - : p < 0.05 (decreasing significantly)

Fig. 2. Changes of the rate among body, canal and spinal length in sagittal dimension.

1-3. 椎体横径

ヒトとチンパンジーは、頸椎と腰椎に椎体横径の増加が集中する傾向がある。特にヒトの場合では、下位胸椎から最終腰椎にかけて増加し続ける。ニホンザルは、増加が胸椎後半と胸椎から腰椎への移行部付近に集中している。ニホンカモシカでは、ほかの種に比べ変化が少ないが、腰椎下位から最終腰椎まで増加する。

1-4. 椎孔投影矢状径と椎孔横径

投影矢状径に関しては、ヒト、チンパンジー、ニホンザルは変化する箇所が、2~4と少なく、また分散している。これに対し、ニホンカモシカは頸椎からT2にかけて増加、減少が集中している。

横径に関しては、どの種も頸椎から上部胸椎にかけて増加と減少が見られるが、特にヒト、チンパンジーにおいて、集中がみられる。また、胸椎後半から腰椎にかけて、ヒトとニホンカモシカで増加の集中が見られる。

1-5. 棘突起長

ヒトは頸椎から胸椎前半部にかけて増加が集

中し、胸椎後半部から腰椎後半部にかけて減少が集中する。チンパンジーとニホンザルでは、増加減少する部分が少ない。ニホンカモシカは、頸椎後半部に増加、胸椎後半部に減少が集中する。

1-6. 棘突起頭側傾斜角

ヒトは胸椎後半部で増加が集中している。また頸椎から胸椎にかけて離散的に増加、減少が見られる。チンパンジーとニホンザルは、増加減少する部分が少ない。ニホンカモシカは頸椎において一度増加してから減少する。また、最終胸椎付近で増加が見られる。

1-7. 棘突起投影長

ヒトは頸椎で増加、胸椎前半で減少、胸椎後半で再び増加、腰椎で再び減少という二山のパターンを示す。これに対しチンパンジーは頸椎前半部のみに増加が集中し、ニホンザルは大きな変化がほとんど見られない。またニホンカモシカは頸椎部で増加した後、胸椎前半部で減少する。

2. 椎体, 椎孔, 棘突起の矢状方向における割合
椎骨矢状方向上の全長を 100% とした時, 椎体矢状径, 椎孔投影矢状径, 棘突起投影長のそれぞれの割合を求め, 動物間での比較を行った。

図2に椎骨矢状方向上での割合の変化を示す。

ヒトは, 男女とも椎体の割合は頸胸椎移行部付近の 30% を除き, いずれも 40% 前後の値を呈し, 椎孔の割合は C3 の 30% から徐々に最終腰椎の 20% まで減少していく傾向を示している。また棘突起の割合は頸胸椎移行部付近で 50%, 腰椎前半部で 40% を示し, 他の部位ではいずれも 30% 前後を呈している。

チンパンジーとニホンザルは, 椎体の割合は C3 の 30% から C6 の 20% 近くまで徐々に減少し, C7 の約 25% から最終腰椎の 40% 前後まで増加し, 椎孔の割合は C3 の 30-40% から徐々に最終腰椎の 15% まで減少する傾向がある。棘突起の割合は頸胸椎移行部付近では 50% を超え, 他の部位では 30-50% の間で変化する。

ニホンカモシカは, 椎体の割合はほとんど 30% 以下, 特に頸胸椎移行部付近では 20% より低い値を示している。椎孔の割合は C3 の 30% から徐々に T2 の 15% 以下まで減少し, T2 から緩慢に最終腰椎の 30% まで増加する傾向がある。棘突起はほとんど 50% 近いあるいは 50% を超える大きい割合を示し, 特に T1-T4 では 70% より大きい割合を呈している。

全体的に見ると, ヒトは頸胸椎移行部付近を除き, ほとんどの椎体と棘突起が椎孔を中心にほぼ等しい割合になっている。これは他の動物の棘突起部が椎体部より圧倒的に長い傾向と異なる。

考 察

前回の研究(史ら, 1995)は平均値の変化を用いて, 椎体の形態変化を評価したが, この研究は主観的な観察に基づいたものであった。今回はこれを解決するため, 椎体を個体内要因とする一元配置分散分析を用いて, 客観的に椎骨間の形態変化を評価した。この結果は, 前同行っ

た椎体 6 項目に対しての主観的な評価とほぼ同様の傾向を示した。このような方法は今まで形態学の分野ではあまり用いられなかったものであるが, 椎骨のように連続して形態が変化するような資料を解釈する場合, 急激な変化を客観的に評価するための有用な方法と考えられる。今回は, ヒト以外の動物では, 資料数が少ないため, この先データを増やさなければならないと考える。

以下今回新に得られた結果に基づき, ヒトに固有な椎骨形態変化の特徴を考察する。

1. 椎孔横径の変化と姿勢との関係

MacLarnon (1993) はナリオコトメ出土のホモ・エレクトスの脊椎を調べ, その結果は椎孔の寸法が脊髄と脊髄神経の増大と縮小によって変化するとし, ヒトの低位腰椎椎孔が広いのは, 直立二足姿勢に伴う馬尾神経の増大, 内椎骨静脈叢の拡大と関係することを示した。しかしながら, 今回の我々の結果からは椎孔横径と二足直立姿勢の関係は見られなかった。なぜならば, チンパンジーとニホンザルの椎孔は腰椎で広がらないにもかかわらず, ヒトとニホンカモシカは広がるからである。また, ヒトとチンパンジーの椎体横径は腰椎部で広がることを考えると, 椎孔横径は椎体横径とも関係がなさそうである。椎孔の形態は脊柱管内の血管や神経の形態に関係している可能性もある。

二足直立姿勢に伴う構造変化の特徴を考えるためには, 椎弓根の厚さや高さの方が関係しているかも知れない。これについては今後の課題である。

2. 棘突起の長さや向きの変化と姿勢との関係

棘突起の形状及び向きはその動物に取る姿勢, 運動様式と密接な関係がある(Slijper, 1946)。ヒトの棘突起は, 棘突起長が頸椎と腰椎では短い T6 前後で長い, 棘突起頭側傾斜角が頸椎と腰椎で大きく T6 前後で小さい, 棘突起投影長が腰椎前半部で長いという特徴を持つ。これらの特

徴は、他の動物には見られず、いずれも直立二足姿勢に関係すると考えられる。ヒトでは直立姿勢のとき頭部が下方から頸椎の骨自身で支持されるため、頸部の起立筋や靱帯の強度は少なくてすむと予想される。一方、カモシカでは頭部は後方で支持されるため、頭頸部を水平に胴体から持ち上げておくためにはかなり強力な靱帯と筋を必要とする。したがって、これらの筋の起始である頸椎の棘突起がヒトでは短くやや尾側に向くが、カモシカでは長く、ほぼまっすぐ立っている。これは Slijper (1946) の研究と一致する。さらにヒトでは上体を持ち上げ、二足直立を行なうとき、より強力な腰部の起立筋と靱帯を要求することを考えると、腰部の棘突起が胸部の棘突起に比べ、頭側傾斜角が大きくなることも納得できる。

3. 椎骨矢状方向上の椎体、椎孔、棘突起の割合の変化と姿勢との関係

ヒトのほとんどの椎骨において、椎体部と棘突起が椎孔を中心として、ほぼ同じ長さに分布している特徴は、他の動物の椎体部が著しく短い傾向と対照的である。これは脊柱の S 字カーブによって、矢状面内の曲げモーメントが小さくなったことと関係があるであろう。すなわち、ヒトでは強力な背筋で後ろからむりやり引っ張って脊柱によって上体が立つというわけではなく、あまり筋肉を使わずに、バランス良く立つことができると考えられる。したがって、他の動物と違って、棘突起投影長を長くするより、むしろ椎体を大きくした方が圧縮に対して、有利であると考えられる。また頸胸椎の移行部付近と腰椎前半部の棘突起投影長が椎体矢状径より長い特徴は、体幹起立を行う時、相対

的にアームを長くすることによって、頸椎が頭を、腰椎が上半身を持ち上がりやすくなるように、適応したのではないかと考えられる。

謝 辞

今回の研究をすすめるにあたって、下記の先生方々には大変貴重なご助言と熱心なご援助を賜り、心から感謝いたします。東京大学の遠藤万里先生、諏訪元先生、鷗沢和宏先生；京都大学霊長類研究所の濱田稷先生、国松豊先生；関西医科大学第2解剖学の葉山杉夫先生；獨協医科大学第一解剖学の芹沢雅夫先生、高橋秀雄先生、山下真幸先生；大阪医科大学第1解剖学の茶谷薫先生。また、データ整理を手伝っていた東京大学理学部学生の上田裕君にも感謝します。

引用文献

- 馬場悠男 (1991) 第 II 部人骨計測法。人類学講座編纂委員会編「人類学講座別館 1」雄山閣出版、東京、159-359。
- 葉山杉夫 (1986) 二足性獲得過程における猿回しサル of 脊柱代償性弯曲。成長。25, 161-178。
- MacLarnon, Ann. (1993) The vertebral canal. The Nariokotome Homo Erectus Skeleton (Edited by Alan Walker and Richard Leakey). Harvard University Press, Cambridge, 12, 359-390。
- 史常德、西沢哲、足立和隆、遠藤万里 (1995) ヒトおよび他の哺乳類における椎体の比較形態学的解析。人類学雑誌, 103 (5), 467-484。
- Slijper, E. (1946) Comparative biologic anatomical Investigations on the vertebral column and spinal musculature of mammals. Verhandelingen der Koninklijke Nederlandshe Akademie van Wetenschappen, Afd. Natuurkunde, Tweede Sectie, 17 (5), 1-128。

Appendix 1.

Means of vertebrae
Homo sapiens (male, n = 26)

Vertebrae No.	Vertebral body*					Vertebral canal			Spine	
	V.height(mm) M ± σ	D.height(mm) M ± σ	S.Sag.dmt.(mm) M ± σ	L.Sag.dmt.(mm) M ± σ	S.Tr.dmt.(mm) M ± σ	I.Tr.dmt.(mm) M ± σ	P.Sag.dmt.(mm) M ± σ	Tr.dmt.(mm) M ± σ	C.I.angle (°) M ± σ	Length (mm) M ± σ
C3	12.93 ± 1.45	12.39 ± 1.41	15.23 ± 0.93	16.41 ± 1.41	20.44 ± 1.38	20.60 ± 2.47	13.26 ± 1.43	21.74 ± 1.37	134.78 ± 7.07	16.48 ± 2.78
C4	12.24 ± 1.21	12.15 ± 1.24	15.63 ± 1.47	16.59 ± 1.40	21.95 ± 1.84	21.91 ± 2.25	12.62 ± 1.41	22.43 ± 1.52	138.02 ± 8.04	16.37 ± 2.82
C5	11.42 ± 1.19	11.76 ± 1.18	15.62 ± 1.29	16.93 ± 1.45	23.35 ± 1.98	23.34 ± 2.74	12.72 ± 1.20	23.31 ± 1.55	141.00 ± 10.76	17.44 ± 3.82
C6	11.69 ± 1.37	12.05 ± 1.27	16.43 ± 1.56	17.21 ± 1.58	24.95 ± 1.66	25.30 ± 2.48	12.87 ± 1.26	23.57 ± 1.20	146.92 ± 11.90	25.19 ± 4.78
C7	13.79 ± 1.16	13.38 ± 1.21	16.74 ± 1.34	16.86 ± 1.64	26.96 ± 1.66	28.86 ± 2.66	13.33 ± 1.23	22.63 ± 1.43	150.23 ± 9.59	34.18 ± 4.01
T1	15.12 ± 1.12	15.25 ± 1.14	16.81 ± 1.63	17.17 ± 1.38	26.75 ± 2.56	32.36 ± 2.65	13.48 ± 1.50	19.82 ± 1.40	145.58 ± 7.83	36.75 ± 3.42
T2	16.48 ± 1.11	15.82 ± 1.37	16.95 ± 1.58	18.18 ± 1.47	27.52 ± 1.68	32.04 ± 2.14	13.92 ± 1.41	17.39 ± 1.35	141.72 ± 7.31	38.63 ± 3.26
T3	16.90 ± 1.10	16.35 ± 1.31	18.50 ± 1.64	19.83 ± 1.60	26.81 ± 1.61	30.60 ± 2.16	13.96 ± 1.30	16.05 ± 1.09	136.85 ± 8.60	38.73 ± 4.45
T4	17.32 ± 1.23	17.15 ± 1.50	20.20 ± 1.73	21.45 ± 1.65	26.69 ± 1.48	29.96 ± 2.25	14.13 ± 1.54	15.59 ± 1.08	129.62 ± 9.72	41.82 ± 5.10
T5	17.64 ± 1.15	17.92 ± 1.46	21.79 ± 1.63	22.59 ± 1.72	27.11 ± 1.53	29.92 ± 1.97	14.67 ± 0.95	15.38 ± 0.96	121.08 ± 6.94	44.42 ± 4.74
T6	18.33 ± 1.22	18.50 ± 1.39	23.18 ± 1.90	24.11 ± 2.05	28.27 ± 1.75	30.86 ± 2.17	14.57 ± 1.37	15.10 ± 1.05	117.23 ± 6.09	47.01 ± 4.36
T7	18.83 ± 1.39	19.35 ± 1.23	24.55 ± 1.93	25.37 ± 2.06	29.35 ± 1.84	31.52 ± 2.18	14.52 ± 1.12	15.16 ± 1.08	116.85 ± 5.99	45.63 ± 4.59
T8	19.36 ± 1.30	19.31 ± 1.43	25.86 ± 2.11	26.62 ± 2.46	30.53 ± 2.11	32.92 ± 2.55	14.31 ± 1.10	15.20 ± 1.11	120.88 ± 6.68	42.55 ± 3.64
T9	20.07 ± 1.09	19.65 ± 1.24	26.79 ± 2.45	27.12 ± 2.38	31.72 ± 2.31	34.68 ± 2.33	13.96 ± 0.95	15.35 ± 1.07	125.65 ± 6.62	39.76 ± 3.18
T10	20.49 ± 1.32	20.82 ± 1.12	27.25 ± 2.62	27.50 ± 2.23	33.26 ± 2.52	37.27 ± 2.63	13.73 ± 0.99	15.44 ± 1.13	130.15 ± 7.89	36.02 ± 3.87
T11	20.91 ± 1.49	22.91 ± 1.62	27.88 ± 2.05	27.96 ± 1.96	36.12 ± 2.60	40.28 ± 2.73	13.93 ± 1.17	16.67 ± 1.33	140.96 ± 11.35	32.40 ± 3.24
T12	22.33 ± 1.91	24.44 ± 1.70	28.58 ± 2.04	28.78 ± 2.14	39.32 ± 2.86	42.66 ± 3.03	14.72 ± 1.49	19.36 ± 1.57	157.58 ± 11.89	30.46 ± 3.40
L1	23.39 ± 1.80	25.50 ± 1.88	29.34 ± 2.41	30.47 ± 2.15	41.87 ± 3.19	45.44 ± 3.05	14.95 ± 1.44	20.56 ± 1.46	166.58 ± 10.35	31.63 ± 3.04
L2	24.38 ± 2.09	25.54 ± 2.08	30.86 ± 2.53	31.70 ± 2.26	44.42 ± 3.15	47.45 ± 3.09	13.99 ± 1.47	21.12 ± 1.73	170.73 ± 8.54	33.26 ± 3.69
L3	24.81 ± 1.82	24.61 ± 2.33	32.36 ± 2.33	32.66 ± 2.47	46.60 ± 3.15	50.08 ± 3.50	13.45 ± 1.81	21.55 ± 1.74	170.69 ± 6.92	33.52 ± 4.07
L4	24.89 ± 2.02	23.11 ± 2.68	32.75 ± 2.45	33.91 ± 2.59	48.65 ± 2.92	51.66 ± 3.43	14.10 ± 2.08	22.77 ± 2.00	166.23 ± 8.20	30.48 ± 4.15
L5	25.15 ± 2.29	21.83 ± 1.90	33.89 ± 2.20	33.12 ± 2.64	50.22 ± 3.39	51.29 ± 3.68	14.40 ± 2.14	24.68 ± 2.53	157.69 ± 10.28	24.83 ± 4.64

*: From Shi *et al.* (1995)

Appendix 2.

Means of vertebrae

Homo sapiens (female, n = 26)

Vertebrae No.	Vertebral body*						Vertebral canal				Spine									
	V.height(mm)		D.height(mm)		S.Sag.dmt(mm)		I.Sag.dmt(mm)		S.Tr.dmt(mm)		I.Tr.dmt(mm)		P.Sag.dmt(mm)		Tr.dmt(mm)		C.Langle (°)		Length (mm)	
	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	
C3	12.28 ± 1.23	11.71 ± 1.46	14.55 ± 1.46	15.53 ± 1.77	19.24 ± 1.43	19.80 ± 1.80	13.20 ± 1.21	20.95 ± 1.11	136.00 ± 9.84	14.88 ± 2.85										
C4	11.61 ± 1.17	11.30 ± 1.42	14.98 ± 1.59	15.46 ± 1.59	20.81 ± 1.76	20.66 ± 2.11	12.44 ± 0.99	22.11 ± 1.13	138.12 ± 9.70	15.31 ± 3.09										
C5	11.36 ± 1.53	11.51 ± 1.57	15.12 ± 2.26	16.06 ± 1.57	21.60 ± 1.79	21.94 ± 2.07	12.88 ± 1.11	22.95 ± 1.13	139.50 ± 9.36	16.07 ± 3.24										
C6	11.43 ± 1.33	11.59 ± 1.50	15.60 ± 2.25	16.31 ± 1.67	23.56 ± 2.00	23.75 ± 1.89	12.93 ± 0.97	23.17 ± 1.32	144.62 ± 6.57	22.56 ± 3.74										
C7	13.22 ± 1.19	12.83 ± 1.23	16.00 ± 1.91	15.49 ± 1.52	25.41 ± 2.09	26.92 ± 2.61	12.99 ± 0.90	22.40 ± 1.22	150.35 ± 5.69	31.27 ± 2.84										
T1	14.89 ± 1.23	14.57 ± 1.18	15.56 ± 1.54	16.28 ± 1.86	25.16 ± 2.06	29.30 ± 1.85	13.13 ± 1.01	18.93 ± 0.87	144.58 ± 5.20	34.02 ± 3.05										
T2	15.95 ± 1.35	15.28 ± 1.24	16.07 ± 1.76	17.27 ± 1.81	25.61 ± 1.55	28.93 ± 1.64	13.38 ± 0.89	16.70 ± 1.08	141.08 ± 6.76	34.87 ± 3.34										
T3	16.57 ± 1.40	15.82 ± 1.26	17.47 ± 2.08	18.76 ± 1.87	25.12 ± 1.52	27.43 ± 1.75	13.94 ± 0.97	15.81 ± 1.44	137.27 ± 8.02	35.93 ± 4.12										
T4	16.78 ± 1.50	16.59 ± 1.22	18.85 ± 2.07	19.87 ± 2.13	24.65 ± 1.50	27.43 ± 2.11	14.23 ± 1.10	15.47 ± 1.29	129.50 ± 6.80	38.80 ± 4.80										
T5	17.19 ± 1.31	17.29 ± 1.33	20.16 ± 2.54	21.29 ± 2.27	25.17 ± 1.51	27.89 ± 1.62	14.69 ± 1.01	15.27 ± 1.29	124.54 ± 8.24	40.82 ± 5.69										
T6	17.43 ± 1.22	17.78 ± 1.31	21.86 ± 2.11	22.92 ± 2.38	26.17 ± 1.49	28.41 ± 1.72	14.71 ± 1.33	15.24 ± 1.57	118.50 ± 7.80	44.22 ± 5.83										
T7	17.97 ± 1.16	18.36 ± 1.44	23.29 ± 2.27	23.87 ± 2.25	26.94 ± 1.63	29.32 ± 2.11	14.62 ± 1.15	15.37 ± 1.51	119.35 ± 6.89	43.27 ± 4.75										
T8	18.59 ± 1.29	18.46 ± 1.29	24.47 ± 2.32	24.86 ± 2.20	28.28 ± 1.88	30.97 ± 2.14	14.28 ± 1.02	15.55 ± 1.13	122.58 ± 6.75	40.37 ± 5.07										
T9	19.35 ± 1.29	18.97 ± 1.22	25.01 ± 2.25	25.18 ± 2.24	29.41 ± 1.81	32.99 ± 2.46	13.96 ± 1.07	15.76 ± 1.32	125.42 ± 6.41	37.49 ± 4.75										
T10	19.84 ± 1.29	19.68 ± 1.35	25.25 ± 2.07	25.37 ± 2.13	30.85 ± 2.15	35.31 ± 2.59	13.98 ± 1.17	15.92 ± 1.44	131.50 ± 4.81	34.10 ± 3.87										
T11	20.36 ± 1.66	21.60 ± 1.62	25.76 ± 2.02	26.01 ± 1.99	33.57 ± 2.11	37.88 ± 2.60	14.17 ± 0.96	17.01 ± 1.61	141.85 ± 8.73	30.72 ± 4.34										
T12	22.10 ± 1.80	23.50 ± 1.72	26.31 ± 1.84	26.68 ± 1.99	36.63 ± 2.28	39.23 ± 3.26	14.87 ± 1.27	19.27 ± 1.54	155.00 ± 11.00	29.26 ± 3.40										
L1	23.76 ± 1.94	24.74 ± 1.99	27.41 ± 2.28	28.14 ± 2.17	38.61 ± 2.72	41.70 ± 3.19	15.00 ± 1.33	20.09 ± 1.61	165.44 ± 10.03	31.18 ± 3.53										
L2	24.66 ± 2.00	25.08 ± 2.09	28.97 ± 2.83	30.30 ± 2.61	41.37 ± 3.12	44.56 ± 3.44	14.25 ± 1.53	20.41 ± 1.54	167.96 ± 8.05	33.01 ± 3.57										
L3	24.69 ± 2.22	24.55 ± 2.32	30.33 ± 3.12	31.06 ± 3.07	43.65 ± 3.65	46.66 ± 3.95	13.84 ± 1.62	20.80 ± 1.49	165.54 ± 7.28	32.98 ± 3.65										
L4	24.59 ± 2.09	22.53 ± 2.28	31.21 ± 3.04	32.08 ± 3.28	45.73 ± 3.74	49.08 ± 4.10	13.90 ± 1.65	22.11 ± 1.49	163.62 ± 7.92	29.94 ± 4.47										
L5	24.85 ± 2.11	22.13 ± 2.36	31.86 ± 3.24	31.99 ± 3.05	47.57 ± 4.15	48.93 ± 3.96	14.10 ± 1.55	24.54 ± 1.84	160.15 ± 10.64	25.57 ± 4.48										

*: From Shi *et al.* (1995)

Appendix 3.

Means of vertebrae
Pan troglodytes (n = 5)

Vertebrae No.	Vertebral body*						Vertebral canal			Spine		
	V.height(mm)		D.height(mm)		S.Sag.dmt.(mm)		I.Sag.dmt.(mm)		S.Tr.dmt.(mm)		I.Tr.dmt.(mm)	
	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ	M ± σ
C3	9.96 ± 1.50	10.88 ± 1.60	12.36 ± 1.76	12.52 ± 1.28	15.34 ± 1.90	13.30 ± 1.17	13.74 ± 0.93	16.12 ± 0.61	145.90 ± 7.23	21.81 ± 4.24		
C4	10.14 ± 1.14	10.66 ± 1.23	12.32 ± 1.38	12.00 ± 1.09	15.04 ± 0.95	13.48 ± 1.06	13.28 ± 0.51	17.02 ± 0.38	156.90 ± 8.66	24.98 ± 3.31		
C5	10.58 ± 0.84	11.06 ± 1.46	11.58 ± 1.32	11.76 ± 0.84	15.48 ± 2.03	14.56 ± 1.63	13.17 ± 0.73	17.22 ± 0.44	158.90 ± 9.21	27.75 ± 3.17		
C6	10.94 ± 0.87	11.54 ± 1.63	11.50 ± 1.20	12.14 ± 0.93	16.20 ± 2.08	16.58 ± 3.22	12.63 ± 0.86	17.16 ± 0.71	157.60 ± 6.90	31.52 ± 3.27		
C7	11.10 ± 1.18	11.98 ± 1.67	12.10 ± 1.29	13.24 ± 1.29	18.36 ± 3.49	19.54 ± 3.56	11.49 ± 1.01	16.79 ± 1.08	152.60 ± 9.40	32.40 ± 2.93		
T1	11.16 ± 1.51	12.58 ± 1.75	13.04 ± 1.28	13.64 ± 1.26	19.90 ± 3.43	22.28 ± 3.97	10.72 ± 0.67	15.14 ± 1.20	147.00 ± 6.58	32.90 ± 3.37		
T2	12.36 ± 1.82	13.42 ± 1.52	13.90 ± 1.33	14.38 ± 1.00	21.18 ± 2.44	23.24 ± 2.86	11.05 ± 0.49	12.92 ± 1.04	153.20 ± 3.62	31.49 ± 3.97		
T3	13.16 ± 1.41	13.90 ± 1.56	14.72 ± 0.95	15.52 ± 1.36	21.46 ± 1.44	23.06 ± 1.80	11.16 ± 0.49	11.94 ± 1.16	155.50 ± 3.54	31.11 ± 3.80		
T4	13.10 ± 1.23	13.76 ± 1.42	16.02 ± 1.36	16.66 ± 1.58	21.10 ± 1.45	23.18 ± 1.92	10.61 ± 0.52	11.54 ± 1.03	151.20 ± 6.72	31.54 ± 3.70		
T5	12.86 ± 1.58	13.48 ± 1.34	17.04 ± 1.63	17.58 ± 1.80	21.54 ± 1.72	23.22 ± 1.79	10.57 ± 0.84	11.54 ± 0.91	144.80 ± 5.12	35.40 ± 4.64		
T6	12.46 ± 1.62	13.62 ± 1.42	17.58 ± 1.84	18.40 ± 1.84	22.12 ± 1.64	24.00 ± 1.92	10.23 ± 0.27	11.76 ± 0.89	143.00 ± 4.64	36.26 ± 4.94		
T7	12.82 ± 1.21	13.92 ± 1.31	18.52 ± 2.00	19.32 ± 2.13	22.70 ± 1.53	24.34 ± 2.01	10.34 ± 0.68	11.88 ± 1.06	143.40 ± 6.15	36.40 ± 4.93		
T8	13.12 ± 1.39	14.52 ± 1.36	19.26 ± 2.11	19.88 ± 2.04	23.58 ± 1.79	25.32 ± 2.55	10.87 ± 0.40	12.00 ± 1.14	141.60 ± 3.07	25.70 ± 3.94		
T9	13.40 ± 1.29	14.60 ± 1.31	20.20 ± 2.13	20.74 ± 2.01	24.76 ± 2.22	26.70 ± 3.01	10.78 ± 0.58	12.39 ± 1.17	145.50 ± 5.73	33.93 ± 2.88		
T10	14.24 ± 1.61	15.12 ± 1.68	20.92 ± 2.16	21.00 ± 1.97	25.90 ± 2.28	27.00 ± 2.92	10.51 ± 0.57	12.32 ± 1.20	148.20 ± 4.19	32.84 ± 4.44		
T11	15.30 ± 1.58	16.16 ± 1.69	21.08 ± 2.15	21.58 ± 2.06	26.48 ± 2.07	28.52 ± 2.20	10.55 ± 0.82	12.55 ± 1.23	154.00 ± 5.04	31.43 ± 4.23		
T12	16.90 ± 1.61	17.94 ± 1.92	21.76 ± 2.27	21.92 ± 1.98	28.78 ± 2.16	30.96 ± 2.96	11.98 ± 0.78	13.71 ± 1.30	160.80 ± 7.33	27.88 ± 3.28		
T13	17.80 ± 2.10	20.14 ± 2.56	22.24 ± 2.13	23.60 ± 2.05	31.20 ± 2.78	33.72 ± 3.38	13.18 ± 1.04	14.26 ± 1.21	171.50 ± 5.89	27.29 ± 3.60		
L1	18.68 ± 2.52	21.96 ± 2.56	24.00 ± 2.48	25.90 ± 2.61	33.38 ± 3.40	35.26 ± 2.64	12.87 ± 1.40	14.13 ± 1.12	168.60 ± 6.54	28.63 ± 3.19		
L2	20.26 ± 3.12	23.16 ± 3.15	26.28 ± 2.56	27.78 ± 2.99	35.20 ± 2.96	37.10 ± 2.86	12.56 ± 1.10	14.46 ± 1.01	158.10 ± 7.20	30.59 ± 4.40		
L3	20.86 ± 3.28	23.50 ± 3.04	28.28 ± 2.99	28.58 ± 2.71	36.28 ± 2.63	38.26 ± 2.61	11.68 ± 2.52	14.94 ± 1.05	149.70 ± 5.09	31.57 ± 5.06		
L4	21.16 ± 3.52	21.84 ± 2.91	28.12 ± 2.60	24.46 ± 2.27	38.00 ± 3.04	38.08 ± 1.94	8.98 ± 1.73	15.76 ± 1.65	140.70 ± 6.40	30.79 ± 3.68		

*: From Shi *et al.* (1995)

Appendix 4.

Means of vertebrae
Macaca fuscata (n = 6)

Vertebrae No.	Vertebral body*					Vertebral canal					Spine	
	V.height(mm) M ± σ	D.height(mm) M ± σ	S.Sag.dmt.(mm) M ± σ	I.Sag.dmt.(mm) M ± σ	S.Tr.dmt.(mm) M ± σ	I.Tr.dmt.(mm) M ± σ	P.Sag.dmt.(mm) M ± σ	Tr.dmt.(mm) M ± σ	C.Langle (°) M ± σ	Length (mm) M ± σ		
C3	9.28 ± 1.10	9.78 ± 0.81	6.40 ± 0.73	7.22 ± 0.73	8.32 ± 0.56	7.13 ± 0.81	8.66 ± 0.60	11.41 ± 1.01	129.17 ± 10.91	9.59 ± 1.04		
C4	8.03 ± 1.23	8.95 ± 1.07	6.68 ± 0.47	7.28 ± 0.88	8.55 ± 0.61	7.52 ± 1.15	9.21 ± 0.76	11.95 ± 0.80	129.33 ± 9.90	9.71 ± 2.03		
C5	7.80 ± 0.69	8.42 ± 0.83	7.05 ± 0.92	7.52 ± 0.97	8.72 ± 0.66	7.87 ± 1.06	9.50 ± 0.71	12.75 ± 0.72	133.33 ± 8.58	11.22 ± 2.48		
C6	7.68 ± 0.39	8.58 ± 0.73	7.38 ± 0.86	7.88 ± 0.87	9.03 ± 0.74	8.48 ± 0.80	9.49 ± 0.53	13.59 ± 0.90	141.92 ± 4.84	12.31 ± 2.43		
C7	7.22 ± 0.59	8.23 ± 0.83	7.65 ± 0.87	8.25 ± 0.69	10.05 ± 1.02	9.72 ± 0.44	8.97 ± 0.40	14.85 ± 1.13	144.17 ± 5.60	14.62 ± 2.95		
T1	7.90 ± 0.70	8.57 ± 0.88	7.95 ± 0.48	8.43 ± 0.26	9.48 ± 0.72	11.02 ± 1.26	7.96 ± 0.59	13.93 ± 1.16	151.75 ± 7.94	21.49 ± 2.50		
T2	8.82 ± 1.55	9.87 ± 1.56	8.45 ± 0.53	8.90 ± 0.42	9.73 ± 0.63	12.03 ± 1.20	7.74 ± 0.75	10.26 ± 0.83	147.08 ± 8.15	23.91 ± 2.97		
T3	9.35 ± 1.41	10.38 ± 1.39	9.03 ± 0.58	9.43 ± 0.66	10.12 ± 0.76	12.53 ± 1.14	7.56 ± 0.84	9.77 ± 1.03	145.67 ± 6.59	24.46 ± 3.06		
T4	9.62 ± 1.35	10.70 ± 1.40	9.82 ± 0.81	10.08 ± 0.65	10.38 ± 0.79	12.93 ± 1.23	7.50 ± 0.86	9.24 ± 0.64	144.00 ± 6.35	24.82 ± 3.32		
T5	9.68 ± 1.33	10.90 ± 1.57	10.28 ± 0.87	10.47 ± 0.89	10.73 ± 0.77	13.55 ± 1.45	7.28 ± 0.84	8.95 ± 0.65	140.00 ± 7.15	25.16 ± 2.43		
T6	9.87 ± 1.36	11.02 ± 1.52	10.93 ± 1.12	11.28 ± 1.08	11.47 ± 1.01	14.22 ± 1.51	7.33 ± 1.01	8.71 ± 0.58	137.08 ± 7.77	25.69 ± 2.47		
T7	10.10 ± 1.55	11.52 ± 1.63	11.60 ± 1.19	11.98 ± 1.13	12.02 ± 1.12	14.78 ± 1.37	7.22 ± 0.87	8.54 ± 0.48	136.83 ± 10.53	24.67 ± 1.82		
T8	10.28 ± 1.31	12.58 ± 1.99	12.28 ± 1.11	12.53 ± 1.33	13.12 ± 1.42	15.83 ± 1.35	7.54 ± 0.88	8.70 ± 0.71	138.33 ± 12.24	23.90 ± 1.60		
T9	11.20 ± 1.34	13.82 ± 2.00	12.85 ± 1.28	13.08 ± 1.27	14.45 ± 1.27	17.68 ± 1.70	7.94 ± 0.63	8.79 ± 0.92	144.00 ± 16.06	20.46 ± 1.79		
T10	11.70 ± 1.68	15.18 ± 1.93	13.45 ± 0.91	13.40 ± 1.40	16.30 ± 1.24	20.38 ± 1.75	8.16 ± 0.50	9.70 ± 1.00	161.08 ± 18.72	16.61 ± 0.96		
T11	12.43 ± 1.62	16.60 ± 1.87	13.68 ± 1.28	13.55 ± 1.23	17.67 ± 1.43	21.73 ± 1.49	8.07 ± 0.41	10.24 ± 0.82	188.17 ± 11.16	14.71 ± 1.01		
T12	13.93 ± 1.86	18.77 ± 2.80	13.92 ± 1.32	14.17 ± 1.21	19.53 ± 1.99	22.73 ± 1.75	8.23 ± 0.51	10.11 ± 0.78	202.08 ± 8.19	14.35 ± 1.00		
L1	16.43 ± 1.44	20.57 ± 2.46	14.48 ± 1.00	14.68 ± 1.00	21.85 ± 1.78	23.72 ± 1.59	8.45 ± 0.57	10.57 ± 0.93	199.83 ± 6.85	14.56 ± 0.86		
L2	18.12 ± 1.72	22.12 ± 2.02	14.88 ± 0.98	15.02 ± 1.08	23.82 ± 1.02	24.48 ± 1.87	9.37 ± 0.51	11.47 ± 0.77	202.42 ± 5.56	14.90 ± 1.15		
L3	19.30 ± 2.38	23.73 ± 2.56	15.08 ± 1.08	15.45 ± 1.26	24.52 ± 1.33	25.18 ± 1.92	9.76 ± 0.42	11.75 ± 0.55	201.17 ± 2.14	16.06 ± 1.39		
L4	20.38 ± 2.19	24.85 ± 2.59	15.55 ± 1.25	16.18 ± 1.08	25.45 ± 1.83	26.35 ± 1.91	8.85 ± 0.67	11.31 ± 0.85	194.08 ± 6.86	18.15 ± 1.39		
L5	21.22 ± 1.79	24.58 ± 2.00	16.37 ± 1.61	16.43 ± 0.98	26.03 ± 1.61	26.62 ± 1.81	8.47 ± 0.61	10.61 ± 0.73	191.25 ± 9.67	19.62 ± 2.18		
L6	20.60 ± 1.56	22.80 ± 1.04	16.73 ± 0.81	16.40 ± 0.73	26.12 ± 1.99	27.23 ± 1.94	7.67 ± 0.52	10.17 ± 0.80	188.50 ± 11.04	20.47 ± 1.19		
L7	17.42 ± 2.21	19.88 ± 1.10	16.08 ± 0.79	15.54 ± 0.65	26.00 ± 2.02	26.44 ± 1.72	6.44 ± 0.63	9.73 ± 0.52	188.00 ± 7.88	19.87 ± 0.94		

*: From Shi *et al.* (1995)

Appendix 5.

Means of vertebrae <i>Capricornis crispis</i> (n = 6)													
Vertebrae No.	Vertebral body*						Vertebral canal				Spine		
	V.height(mm)		D.height(mm)		S.Sag.dmt.(mm)		I.Sag.dmt.(mm)		S.Tr.dmt.(mm)		I.Tr.dmt.(mm)		Length (mm)
	M ± σ		M ± σ		M ± σ		M ± σ		M ± σ		M ± σ		M ± σ
C3	31.13 ± 1.11		32.27 ± 0.79		14.87 ± 0.88		17.55 ± 0.74		17.45 ± 0.65		20.97 ± 0.90		128.25 ± 5.14
C4	30.48 ± 1.03		30.85 ± 1.50		14.90 ± 0.86		17.67 ± 0.73		17.53 ± 0.95		20.92 ± 0.64		170.83 ± 3.66
C5	28.83 ± 1.54		30.03 ± 0.76		15.00 ± 0.92		17.35 ± 0.54		16.98 ± 0.56		20.80 ± 0.64		180.58 ± 6.17
C6	26.00 ± 0.96		27.05 ± 1.37		15.57 ± 0.82		17.25 ± 0.73		15.52 ± 0.52		19.30 ± 0.65		174.50 ± 8.46
C7	20.48 ± 0.99		22.13 ± 0.91		15.82 ± 0.79		15.57 ± 0.71		15.15 ± 0.60		21.35 ± 1.06		158.42 ± 6.39
T1	19.95 ± 0.90		20.28 ± 0.74		14.62 ± 0.74		14.42 ± 0.73		15.70 ± 0.55		19.85 ± 0.59		138.75 ± 9.30
T2	20.72 ± 0.53		21.35 ± 0.82		14.32 ± 0.93		14.07 ± 0.76		16.10 ± 0.77		19.45 ± 0.80		137.92 ± 7.88
T3	21.18 ± 0.66		21.72 ± 0.50		14.00 ± 0.65		13.88 ± 0.55		16.45 ± 1.04		19.27 ± 0.75		136.25 ± 3.68
T4	22.18 ± 0.58		22.45 ± 0.43		13.62 ± 0.54		14.08 ± 0.38		16.75 ± 1.05		18.98 ± 0.65		132.50 ± 4.93
T5	22.47 ± 0.78		23.00 ± 0.88		13.57 ± 0.68		13.92 ± 0.31		17.10 ± 0.95		18.32 ± 0.81		129.75 ± 3.84
T6	22.68 ± 0.68		23.52 ± 0.57		13.82 ± 0.58		13.85 ± 0.53		16.87 ± 0.73		17.65 ± 0.69		128.00 ± 4.00
T7	23.25 ± 0.61		24.00 ± 0.76		14.05 ± 0.62		13.40 ± 0.67		16.72 ± 0.58		17.55 ± 0.66		127.08 ± 1.74
T8	23.97 ± 0.84		24.58 ± 0.70		13.98 ± 0.81		13.67 ± 0.78		16.70 ± 0.70		17.37 ± 0.73		125.00 ± 2.83
T9	24.10 ± 0.89		25.23 ± 0.58		14.32 ± 0.95		13.85 ± 0.73		16.75 ± 0.60		17.68 ± 0.73		120.17 ± 2.32
T10	24.30 ± 0.66		25.73 ± 0.68		14.57 ± 0.88		14.03 ± 0.59		17.08 ± 0.80		18.60 ± 0.79		106.66 ± 0.61
T11	24.70 ± 0.46		26.65 ± 0.52		14.45 ± 0.84		13.97 ± 0.72		17.78 ± 0.80		19.52 ± 0.86		102.5 ± 0.37
T12	24.57 ± 0.74		27.32 ± 0.74		13.97 ± 0.83		13.75 ± 0.73		18.23 ± 0.63		20.18 ± 0.74		109.1 ± 0.40
T13	25.53 ± 1.20		28.38 ± 0.90		13.55 ± 0.60		13.95 ± 0.52		19.32 ± 0.85		22.17 ± 0.81		117.3 ± 0.34
L1	26.97 ± 1.14		30.25 ± 1.10		14.07 ± 0.61		14.08 ± 0.67		20.47 ± 1.03		22.53 ± 0.63		160.92 ± 10.72
L2	27.77 ± 1.01		31.38 ± 1.09		14.37 ± 0.70		14.37 ± 0.63		21.45 ± 0.99		22.87 ± 0.81		163.83 ± 10.68
L3	28.20 ± 0.73		32.05 ± 0.82		14.77 ± 0.73		14.53 ± 1.00		21.88 ± 0.86		23.23 ± 0.99		158.75 ± 6.34
L4	28.93 ± 0.80		32.28 ± 0.61		14.85 ± 1.00		14.37 ± 0.86		22.57 ± 1.04		24.22 ± 1.10		158.33 ± 5.02
L5	28.05 ± 0.88		32.17 ± 0.70		14.30 ± 0.95		14.32 ± 1.09		23.70 ± 0.85		27.23 ± 1.21		158.75 ± 4.67
L6	24.48 ± 1.11		28.90 ± 0.86		14.43 ± 1.31		14.12 ± 1.00		26.88 ± 0.85		29.34 ± 2.34		155.67 ± 8.33

*, From Shi *et al.* (1995)

Morphological Comparison of the Vertebrae in Humans and Some Other Mammals

CHANGDE SHI, SATOSHI NISHIZAWA, KAZUTAKA ADACHI and TASHUKU KIMURA

The form of the human vertebral column is different from those of other mammals. The aim of this study was to determine the morphological characteristics of the vertebrae, as a first step toward revealing the relationship between form and function of the human vertebra in ordinary posture and movement. The materials were vertebrae from the 3rd cervical to the last lumbar vertebra of 52 modern Japanese humans (26 males, 26 females), 5 chimpanzees, 6 macaques (Japanese monkeys) and 6 Japanese serows. Measured items were ventral and dorsal heights, superior and inferior sagittal diameters, as well as superior and inferior transverse diameters of the vertebral bodies (SHI et al. 1995); sagittal and transverse projected diameters of vertebral foramina, the length and cranial inclination angle of the spine. The following results were indicated for the human vertebra. The foraminal sagittal diameter shows little variation from the 3rd cervical to the last lumbar vertebrae. The foraminal transverse diameters in cervical and lumbar regions are markedly larger than those in most of the thoracic region. The spine of the 6th thoracic vertebrae is the longest. The spinal cranial inclination angle of the 7th (the 6th in females) thoracic vertebra is the smallest. The projected lengths of spine at the transitional region of the cervical and thoracic vertebrae, and the lumbar region are always longer than those in other parts.