Morphologische Untersuchung des Gehirns bei den japanischen Zwillingsfeten.

Über das Gewicht, die Grösse und die Achse des Gehirns.

II. Mitteilung.

von

Kiyoshi Higeta

Aus dem Anatomischen Institut der Keio Universität, Tokyo.

(Direktor: Prof. Dr. T. Taniguchi)

Inhalt.

I. Einleitung.	1
II. Material und Methode.	1
III. Ergebnisse	2
IV. Schluss.	14
Literaturverzeichnis.	16

I. Einleitung.

In meiner vorigen Mitteilung (Okajimas Fol. anat. jap. Bd. 19. Heft 2. 1940) habe ich mich mit der Grösse und dem Gewicht der Gehirne bei 16 paarigen Zwillingsfeten beschäftigt. Zur Ergänzung dieser Ergebnisse habe ich noch die Gehirne bei 17 paarigen Zwillingsfeten, d.h. 12 paarigen eineiigen (EZ) und 5 paarigen zweieiigen (ZZ) studiert. Es sollen hier die Befunde an 33 paarigen Zwillingsfeten zusammen besprochen werden.

II. Material und Untersuchungsmethode.

Das Material dieser Mitteilung stammt aus 17 Paaren 6 bis 9 monatigen Zwillingsfeten, d.h. 12 EZ-Paaren und 5 ZZ-Paaren. Näheres darüber bringt die Tabelle 1. Das gesamte Material der vorigen und vorliegenden Mitteilung umfasst 33 paarige Zwillingsfeten: 22 EZ-, 10 ZZ-Paare und 1 Paar von unklarer Eiigkeit. Die Untersuchungsmethode war die gleiche wie die in der vorigen Abhandlung. Die Befunde bei 17 paarigen Zwillingsfeten sind tabellarisch zur Darstellung gebracht (Tab. 2, 3, 10).

Tabelle 1. Untersuchungsmaterial.

Fall	Eiigkeit	Embryo- nummer	Geschlecht	Alter	Rumpflänge	Körper- gewicht
1	EZ	1057	♂	8	12.0 cm	1040 gr
		1058	♂		12.5	1100
2	EZ	1107	♂	9	15.0	1875
		1108	♂		15.0	1650
3	EZ	1254	♂	8	14.7	1470
		1255	♂		15.0	1635
4	EZ	1261	♀	7	12.2	1030
		1262	♀		11.8	930
5	EZ	1300	♂	9	14.0	1580
		1301	♂		14.0	1330
6	EZ	1424	♂	7	10.5	720
		1425	♂		10.5	630
7	EZ	1445	♂	9	13.0	1120
		1446	♂		13.5	1560
8	EZ	1514	♂	8	13.5	1475
		1515	♂		13.5	1290
9	EZ	1537	♂	9	14.0	1325
		1538	♂		13.5	1195
10	EZ	1549	♀	6	7.1	263
		1550	♀		7.5	263
11	EZ	1553	♂	6	6.2	265
		1554	♂		5.3	355
12	EZ	1563	♂	6	10.0	450
		1564	♂		8.5	450
13	ZZ	733	♂	7	11.6	550
		735	♀		10.8	700
14	ZZ	1323	♂	9	13.3	1430
		1324	♂		15.0	1200
15	ZZ	1450	♀	7	12.7	1275
		1451	♀		12.5	1165
16	ZZ	1532	♀	7	14.0	1115
		1539	♂		12.5	880
17	ZZ	1558	♂	7	10.2	800
		1559	♀		12.0	1130

III. Ergebnisse.

1. Hirngewicht.

1) Wenn wir das Hirngewicht in den verschiedenen Fetalmonaten in Tabelle 4 betrachten, dann stellen wir fest, dass, mit Rücksicht auf den Einfluss der Fixierungsdauer und des -mittels des Gehirns, ein merklicher Unterschied zwischen dem Befund bei japanischen Einlingsfeten von G. Yoshizawa und dem bei meinen Zwillingenfeten nicht vorliegt. Wie

Tabelle 2. Eigene Befunde.

Eiigkeit	Fall	Hirngewicht (gr)	K.G. H.G.	R $\times$ 10 L	Hirnlänge		R.L. H.L.	Breite (cm)	L.B.-Index	Umfang (cm)	TO-Linie		Balkenlänge (cm)
					links (cm)	rechts (cm)					links (cm)	rechts (cm)	
EZ	1	120.0	8.7	10.7	7.0	7.0	1.7	5.7	81.4	20.9	5.1	4.9	2.9
		133.0	8.3	9.1	7.1	7.2	1.7	6.1	85.9	21.9	5.2	5.2	3.2
	2	165.5	11.3	11.1	8.3	8.2	1.8	7.0	79.1	25.0	6.3	6.2	3.4
		154.5	10.6	10.2	7.8	7.7	1.9	7.0	85.9	24.0	6.0	6.0	3.4
	3	—	—	—	7.2	7.0	2.0	6.1	84.7	19.5	5.5	5.3	3.1
		113.0	14.5	10.2	7.2	7.1	2.1	6.1	84.7	23.5	5.5	5.3	3.1
	4	91.0	11.3	9.6	6.7	6.2	1.8	6.0	89.6	20.7	4.7	4.4	3.1
		79.5	7.4	—	6.6	6.4	1.8	5.8	87.9	20.2	4.8	4.6	3.1
	5	180.0	8.8	9.8	8.5	8.5	1.6	6.9	81.2	25.1	6.7	6.7	3.7
		181.0	7.3	10.2	8.2	7.9	1.7	6.9	84.1	24.8	6.2	6.2	3.5
	6	46.5	15.5	10.0	5.0	5.2	2.0	4.2	80.8	16.1	3.6	3.7	2.4
		49.5	12.7	11.4	5.0	5.2	2.0	4.2	84.6	16.1	3.6	4.0	2.4
	7	178.5	6.3	10.1	8.1	8.2	1.6	7.0	85.4	25.2	6.5	6.5	3.5
		184.5	8.4	10.7	8.5	8.5	1.6	7.0	82.4	25.4	6.5	6.5	3.8
	8	172.0	8.6	9.8	7.6	7.5	1.8	7.0	92.1	24.1	5.7	5.8	3.4
		180.0	7.1	9.6	8.0	8.0	1.7	7.0	87.5	25.0	5.8	6.0	3.4
	9	157.5	7.6	10.4	7.8	7.5	1.8	6.4	82.1	23.2	5.9	5.6	3.4
		138.0	9.6	9.5	8.1	7.9	1.7	6.6	81.5	24.4	6.2	6.1	3.4
	10	43.0	6.1	9.8	5.1	5.0	1.4	4.1	80.4	15.4	3.6	3.6	1.9
		41.0	6.4	10.0	5.1	5.0	1.5	4.2	82.4	15.4	3.5	3.5	1.9
	11	35.5	7.5	10.0	4.9	4.8	1.3	3.6	73.5	14.3	3.4	3.4	2.2
		33.5	10.6	10.0	5.0	4.9	1.1	3.9	78.0	14.9	3.3	3.4	2.2
	12	94.0	4.8	10.0	6.7	6.7	1.5	5.6	83.6	20.1	5.1	4.8	2.4
		91.0	4.9	10.4	6.7	6.6	1.3	5.6	83.6	20.0	5.1	4.8	2.5
ZZ	13	105.0	5.2	10.4	7.6	7.5	1.5	5.7	75.0	20.9	5.8	5.7	3.2
		114.0	6.5	8.9	7.9	7.7	1.4	6.0	75.9	22.0	6.1	6.1	3.2
	14	126.5	11.3	10.1	8.0	7.7	1.7	6.2	77.5	23.3	5.9	6.1	3.1
		161.5	7.4	9.5	8.3	8.1	1.8	6.8	81.9	24.5	6.3	6.3	3.4
	15	110.0	11.6	9.4	7.2	7.2	1.8	5.8	80.6	22.2	5.8	5.4	3.1
		111.5	10.4	9.6	7.8	7.4	1.6	5.5	70.5	21.9	5.8	5.5	3.4
	16	102.0	10.9	11.9	7.1	7.0	2.0	5.5	77.5	21.5	5.1	5.1	3.4
		114.5	7.7	10.0	7.2	7.1	1.7	5.4	75.0	21.2	5.6	5.5	3.4
	17	138.0	5.8	9.9	7.2	7.2	1.4	6.1	85.9	22.3	5.5	5.6	3.4
		172.0	6.5	10.3	7.6	7.9	1.6	6.8	88.3	24.5	6.0	6.1	3.4

K.G.=Körpergewicht, H.G.=Hirngewicht, R.L.=Rumpflänge, H.L.=Hirnlänge, L.B.-Index=Längen-Breiten-Index, R=Gewicht der rechten Hemisphäre, L=Gewicht der linken Hemisphäre.

Kunitomo angab, steigt der Grad der Zunahme des Hirngewichtes nach dem 5. Fetalmonat ziemlich rasch an.

Was die prozentuale Abweichung für das Hirngewicht zwischen beiden Feten eines Paares angeht, so beträgt sie bei EZ 0.28–24.56 und bei ZZ 0.4–16.28; es gibt keine Fälle, bei denen sie null ist. Die mittlere pro-

Tabelle 3. Prozentuale Abweichung und Index Abweichung.

Eiigkei	Fall	Körper- gewicht	Rumpf- länge	Hirn- gewicht	Gewicht d. Hemisphäre				Hirnlänge				Breite	Umfang	TO-Linie				Längen- Breiten- Index	Balcken- länge
					L_1-L_2	R_1-R_2	L_1-R_1	R_2-L_2	L_1-L_2	R_1-R_2	L_1-R_1	R_2-L_2			L_1-L_2	R_1-R_2	L_1-R_1	L_2-R_2		
EZ	1	2.80	2.04	5.60	0.80	4.87	5.26	1.20	0.71	1.41	0	0.70	3.39	0.23	0.97	2.97	2.00	0	4.5	5.00
	2	6.38	0	3.44	0.80	4.87	5.26	1.20	3.11	3.14	0.61	0.66	0.75	2.04	2.44	1.64	0.80	0	6.7	0.74
	3	5.31	1.01	—	—	—	—	1.42	0	0.71	1.41	0.70	0	9.30	0	0	1.85	1.85	0	0
	4	0.51	1.25	7.04	—	—	1.82	—	0.75	1.59	3.88	1.54	1.69	1.22	1.05	2.22	3.23	2.13	1.7	0
	5	8.59	0	0.28	1.79	0.60	1.18	1.20	1.80	3.66	0	1.86	0	0.60	3.88	3.88	0	0	2.9	5.26
	6	6.67	0	3.13	0	6.38	0	6.38	0	0	1.96	1.96	2.33	0	0	3.90	1.37	5.26	3.8	0
	7	16.42	1.89	1.65	0.30	2.86	0.29	3.45	2.41	1.80	0.61	0	0	0.49	0	0	0	0	3.0	4.11
	8	7.82	0	3.41	0.62	0	0.95	1.57	2.56	3.13	0.66	0	0	1.83	0.87	1.69	0.87	1.69	4.6	0
	9	5.16	1.82	6.63	6.37	10.86	2.07	2.46	1.89	2.60	1.25	1.96	1.54	2.52	2.48	4.27	0.81	2.61	0.6	0
	10	0	2.74	2.38	1.18	0	1.18	0	0	0	0.99	0.99	1.20	0	1.41	1.41	0	0	2.0	0
	11	14.51	7.83	2.70	3.13	3.13	0	0	1.01	1.03	1.03	1.01	4.00	2.05	1.49	0	0	1.49	4.5	0
	12	0	13.15	1.62	3.01	1.19	0	1.22	0	0.75	0	0.75	0	0.25	0	0	3.03	3.03	0	3.09
ZZ	Mittlere proz. Ab- weichung	7.42 ± 1.51	2.67 ± 0.54	3.44 ± 1.03	1.80 ± 0.36	3.48 ± 0.71	1.64 ± 0.33	1.83 ± 0.38	1.19 ± 0.24	1.65 ± 0.34	1.03 ± 0.21	1.01 ± 0.21	1.24 ± 0.25	1.78 ± 0.36	1.22 ± 0.25	1.83 ± 0.37	1.16 ± 0.24	1.57 ± 0.32	2.86 ± 0.58	1.51 ± 0.31
	13	12.00	3.57	4.11	6.40	1.54	2.06	5.88	1.94	1.32	0.66	1.28	2.56	2.56	2.52	3.39	0.87	0	0.9	0
	14	8.75	5.96	12.15	14.67	12.00	0.52	2.40	1.84	2.53	1.91	1.21	4.62	2.51	3.28	1.61	1.67	0	4.4	4.62
	15	4.53	0.79	0.68	1.71	2.38	2.63	1.22	4.00	1.37	0	2.63	2.65	0.48	0	0.92	3.57	2.65	10.1	4.62
	16	11.78	5.66	5.77	8.16	0.93	8.54	0.47	0.70	0.71	0.71	0.70	0.92	0.71	4.67	3.77	0	0.90	2.5	0
Mittlere proz. Ab- weichung	17	17.10	8.11	11.11	10.88	12.50	0.40	1.25	2.70	3.36	0	0.65	5.43	4.70	4.35	4.27	0.90	0.83	2.4	0
		10.83 ± 2.43	4.82 ± 1.07	6.76 ± 1.51	8.36 ± 1.86	5.87 ± 1.31	2.83 ± 0.63	2.24 ± 0.50	2.24 ± 0.50	1.86 ± 0.30	0.66 ± 0.15	1.30 ± 0.29	3.23 ± 0.71	2.19 ± 0.49	2.96 ± 0.66	2.79 ± 0.62	1.40 ± 0.31	0.88 ± 0.39	4.08 ± 0.91	1.84 ± 0.48

L_1-L_2 = linke Hemisphäre beider Feten, R_1-R_2 = rechte Hemisphäre beider Feten, L_1-R_1 und L_2-R_2 = beide Hemisphären eines Fetus.

Tabelle 4. Gewicht und Grösse des Gehirns.

Fetalmonate	Zahl d. Fälle	Hirngewicht	$\frac{K.G}{G.G}$	Hirnlänge	$\frac{R.L}{H.L}$	Breite	Umfang	Balkenlänge
5	2	44.8 gr	5.2	5.4 cm	1.4	4.1 cm	16.5 cm	2.55 cm
6	14	62.3	7.0	6.1	1.5	4.8	17.7	2.42
7	24	93.5	8.9	7.2	1.7	5.9	21.8	3.25
8	11	158.9	7.8	7.7	1.7	6.5	23.2	3.26
9	14	179.3	8.8	8.6	1.7	7.0	25.2	3.59

$\frac{K.G}{G.G}$ = Proportion zwischen Körper- und Hirngewicht

$\frac{R.L}{H.L}$ = Proportion zwischen Rumpf- und Hirnlänge

zentuale Abweichung ist bei EZ 4.48 ± 0.99 und bei ZZ 7.18 ± 2.26 ; demnach scheint die Ähnlichkeit des Hirngewichtes bei EZ etwas grösser als bei ZZ zu sein. Die mittlere prozentuale Abweichung für das Gewicht einiger Eingeweide ergibt:

Leber (Morikawa) EZ 17.34 ± 6.13 , ZZ 17.33 ± 3.83 ;

Herz (Tsuchiya) EZ 14.04 ± 3.14 , ZZ 12.33 ± 3.87 ;

Nebenniere (Nagata) EZ 12.94 ± 2.84 , ZZ 10.59 ± 3.06 rechts.

Hieraus kann man ersehen, dass die Ähnlichkeit des Hirngewichtes ziemlich grösser als bei den anderen genannten Eingeweiden ist.

2) Die Proportion zwischen dem Körper- und Hirngewicht beträgt 1 : 3.9–1 : 15.5 und nimmt mit der Zunahme des Fetalmonates zu (Tabelle 3). Der Mittelwert dieser Proportion in den verschiedenen Fetalmonaten stimmt mit den Befunden bei japanischen Feten von Kunitomo überein. Meyer hat das Verhältnis von Hirngewicht zum Körpergewicht in der 40. Schwangerschaftswoche bei den männlichen Feten 1 : 8.5 und bei den weiblichen 1 : 8.2 angegeben. Ich fand sowohl bei EZ als auch bei ZZ keine Paare, in welchen diese Proportion beider Feten eines Paares ganz gleich ist. Der Vergleich der prozentualen Abweichung des Körper- und Hirngewichtes miteinander ergab, dass die Paare, bei denen die prozentuale Abweichung des Hirngewichtes klein, wenn auch die des Körpergewichtes ziemlich gross ist, in 7 von 19 EZ-Paaren (42.1%), dagegen bei ZZ in nur 2 von 10 Paaren (25.0%) vorkommen. Andererseits die Fälle, bei denen die prozentuale Abweichung des Hirngewichtes grösser als die des Körpergewichtes ist, in 4 von 19 EZ-Paaren und in 4 von 10 ZZ-Paaren aufzufinden sind. Man kann also sagen, dass trotz des grossen Unterschiedes des Körpergewichtes der Unterschied des Hirngewichtes bei beiden Feten eines Zwillingspaars häufig klein ist, und dass sich dies bei EZ besonders auf-

fallender als bei ZZ zeigt. In der Untersuchung bei Einlingsfeten wies Meyer darauf hin, dass kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen allgemeiner Körperentwicklung und der Entwicklung des Gehirns besteht.

Nach meinen Ergebnissen ist die mittlere prozentuale Abweichung für das Gewicht der Hemisphäre bei EZ links 3.67 ± 0.84 , rechts 4.60 ± 1.05 und bei ZZ links 7.91 ± 2.49 , rechts 6.97 ± 2.20 . Die Paare, bei denen sie beiderseits ganz gleich ist, finden sich nur bei EZ 2 mal unter 19 Paaren, aber niemals bei ZZ unter 10 Paaren. Die Paare, bei denen sie beiderseits desselben Paares sehr verschieden ist, zeigen links einen kleineren Wert als rechts: z.B. Fall 6 links 0 und rechts 6.38; Fall 12 links 0.8 und rechts 4.87.

Tabelle 5. Vergleich der beiderseitigen Hemisphären bezüglich des Gewichtes und der Länge bei einzelnen Zwillingsfeten nach der Eiigkeit und nach dem Geschlecht.

Material Befund	Gewicht					Länge				
	EZ	ZZ	?	♂	♀	Summe	EZ	ZZ	?	Summe
I = r	16	4	1	14	7	21 (33.3%)	17	5	1	23 (34.8%)
I > r	11	7	0	7	11	18 (28.6%)	20	12	1	33 (50.0%)
I < r	14	9	1	19	5	24 (38.1%)	7	3	0	10 (15.2%)
Summe	41	20	2	40	23	63	44	20	2	66

3) Rechts-Links-Unterschied. Was das Gewichtsverhältnis der beiderseitigen Hemisphären des einzelnen Gehirns angeht, so wurde es, wie in der vorigen Mitteilung dargelegt, von vielen Autoren untersucht. Nach meinen Ergebnissen ist es bei Zwillingsfeten „beiderseits gleich“ in beinahe 1/3 der Fälle (21 unter 63 Hemisphären=33.3%), „rechts grösser als links“ (38.1%) etwas häufiger als „links grösser als rechts“ (28.6%). Bei Erwachsenen ist die Häufigkeit der Fälle, bei denen die linke und rechte Hemisphäre gleich schwer sind, viel kleiner als bei meinen Zwillingsfeten.

Pfister fand auch beim europäischen Kind eine mässige Prävalenz der linken Hemisphäre. Die Häufigkeit „beiderseits gleich“ ist bei EZ (16 unter 41 Gehirnen=39%) etwas häufiger als bei ZZ (4 unter 20 Gehirnen=25%). Geschlechtlicherseits findet sich bei den männlichen Feten „links grösser als rechts“ häufiger als „rechts grösser als links“, während es sich bei den weiblichen umgekehrt verhält.

Den grössten Unterschied zwischen beiderseitigen Hemisphären findet

man bei einem ZZ (Fall 16, E.N. 1532): links 45.5 gr. rechts 54.0 gr; dabei beträgt die prozentuale Abweichung 8.54.

Tabelle 6. Vergleich der beiderseitigen Hemisphären über das Gewicht und die Länge bei beiden Feten eines Paares.

Material Befund	Hirngewicht			Hirnlänge		
	EZ	ZZ	?	EZ	ZZ	?
Konkordanz	7(34.2%)	5(50.0%)	0	13(58.1%)	3(33.3%)	0
$l = r$	4	0	0	4	0	0
$l > r$	2	2	0	8	3	0
$l < r$	1	3	0	1	0	0
Spiegelbildl. Konkordanz	5	1	0	0	2	0
Diskordanz	7(34.2%)	4(40.0%)	1	9(42.9%)	4(44.4%)	0
Zahl der Paare	19	10	1	22	9	1

Wie die Tabelle 6 lehrt, kommen die Paare, in welchen beide Paarlinge „symmetrisch“ sind, bei EZ häufiger als bei ZZ vor, während die Paare, in welchen beide Paarlinge „asymmetrisch“ sind, bei ZZ häufiger sich zeigen. Im allgemeinen lässt die prozentuale Abweichung zwischen links und rechts eines Paares keinen merklichen Unterschied erkennen. Eine Ausnahme macht Fall 6 (EZ), bei welchem sich links 0 und rechts 6.38, und Fall 16 (ZZ), bei welchem sich links 8.16 und rechts 0.93 ergibt.

4) Geschlechtsunterschied. Nach vielen Autoren ist bei Erwachsenen das absolute Hirngewicht bei männlichen grösser als bei weiblichen, während es sich beim relativen Hirngewicht umgekehrt verhält. H.H. Meyer (1937) führte neuerdings an, dass das Verhältnis zwischen Hirn- und Körpergewicht männlicher und weiblicher Gehirne bei reifen Feten wie auch bei Erwachsenen nahezu gleich ist.

Kunitomo konnte eine solche geschlechtliche Differenz auch bei japanischen Neugeborenen auffinden. Ich untersuchte das Gewicht bei 6 paarigen Pärchenzwillingen und fand, dass in I. Gruppe das absolute Hirngewicht bei den männlichen grösser als bei den weiblichen ist, es sich in II. Gruppe aber umgekehrt verhält. Man muss aber dabei berücksichtigen, dass in der II. Gruppe der Unterschied des Körpergewichtes ziemlich gross ist. Das relative Hirngewicht ist in allen Paaren bei den männlichen Feten grösser als bei den weiblichen.

Vergleichen wir weiter das Gewicht zwischen den beiderseitigen Hemisphären eines Fetus nach dem Geschlecht, so finden wir in der Tabelle 5,

Gruppe	Geschlecht	Rumpflänge	Körpergewicht (K.G)	Hirngewicht (H.G)	$\frac{K.G}{H.G}$	Fetalmonat
I.	♂	12.5 cm	880 gr	114.5 gr	7.7	7
	♀	14.0	1115	102.0	10.9	
	♀	12.0	1020	134.5	7.6	8
	♂	12.0	940	169.5	5.5	
	♂	14.0	1235	137.5	8.9	7
	♀	14.5	1140	99.0	11.5	
II.	♂	11.6	550	105.0	5.2	7
	♀	10.8	700	114.0	6.5	
	♂	10.2	800	138.0	5.8	7
	♀	12.0	1300	172.5	6.5	
	♂	16.2	2200	214.5	10.3	9
	♀	18.1	2600	251.0	10.4	

dass die Häufigkeit „beiderseits gleich gross“ bei beiden Geschlechtern beinahe gleich, „rechts grösser als links“ bei den männlichen und „links grösser als rechts“ bei den weiblichen häufiger ist. Aus diesen Befunden lässt sich aber ein sicherer Geschlechtsunterschied über die Rechts-Links-Beziehung des Hirngewichtes nicht erkennen.

Fall	Embryonummer	L.B.-Index	Schädelform	Hirngewicht	Eiigkeit
1	566	78.6	M	241.5 gr	EZ
	567	77.7	M	244.5	
2	825	86.9	B'	46.5	
	826	77.2	M	43.0	
3	1300	82.1	B	180.0	
	1301	88.6	B'	181.0	
4	1424	98.5	B''	46.5	
	1425	89.7	B'	49.5	
5	1549	84.6	B	43.0	
	1550	82.7	B	41.0	
6	1563	89.9	B'	94.0	
	1564	90.6	B''	91.0	
7	762	78.9	M	134.5	ZZ
	763	88.4	B'	169.5	
8	765	89.2	B'	214.5	
	769	88.9	B'	251.0	
9	961	82.5	B	144.0	
	962	81.7	B	149.5	
10	1532	77.8	M	102.0	
	1539	85.5	B'	114.5	
11	1558	89.3	B'	138.0	
	1559	87.1	B'	172.0	

M=Mesocephalie, B=Brachycephalie, B'=Hyperbrachycephalie, B''=Ultrabrachycephalie.

5) Über die Beziehung zwischen der Schädelform und dem Hirngewicht äusserste sich Calori dahin, dass das Hirngewicht der Dolicocephalen durchschnittlich etwas geringer als dasjenige der Brachycephalen sei. Die Ergebnisse meiner Untersuchung an 6 paarigen EZ und 5 paarigen ZZ sind nachstehend wiedergegeben.

Aus unterere Tab. in der Seite 8 ist ersichtlich, dass die Paare, bei denen ein Paarling Mesocephalie und der andere Brachycephalie aufweist, in 1 von 6 EZ-Paaren und in 2 von 5 ZZ-Paaren (Fall 2, 7, 10) vorkommen. In allen diesen Fällen ist das Hirngewicht bei Brachycephalen etwas grösser als bei Mesocephalen, was mit der Angabe von Calori übereinzustimmen scheint. Über die Beziehung zwischen Schädelform und Hirngewicht lässt sich aus obigen Befunden nichts Sicheres ableiten.

2. Länge, Breite und Längen-Breiten-Index.

Die Länge des Gehirns nimmt mit dem Fetalmonat allmählich zu. Einen Einblick über die Länge des Gehirns im verschiedenen Alter gibt die Tabelle 4. Was die prozentuale Abweichung für die Länge zwischen beiden Paarlingen desselben Paares angeht, so ist sie bei EZ links 0—10.7 und rechts 0—10.71, bei ZZ links 0—4.30 und rechts 0—5.38. Die mittlere prozentuale Abweichung erweist sich bei EZ (1.69 ± 0.37 links und 1.86 ± 0.41 rechts) beinahe gleich wie bei ZZ (1.69 ± 0.53 links und 2.06 ± 0.65 rechts). Die Fälle, bei denen die prozentuale Abweichung null ist, finden sich bei EZ wie auch bei ZZ links häufiger als rechts: links in 7 von 22 EZ-Paaren und in 2 von 10 ZZ-Paaren; rechts in 4 von EZ-Paaren, aber niemals unter den 10 ZZ-Paaren. Die Fälle, bei denen sie beiderseits gleich gross ist, sind bei EZ (in 9 von 22 Paaren) etwas häufiger als bei ZZ (in 1 von 10 Paaren) anzutreffen.

Betrachten wir weiter die Rechts-Links-Beziehung über die Länge der beiderseitigen Hemisphären des einzelnen Individuums in der Tabelle 5, so stellen wir fest, dass bei EZ wie auch bei ZZ „links länger als rechts“ am häufigsten (50.0%) und „rechts länger als links“ am wenigsten (15.2%) ist. Wie in Tabelle 6 angegeben, kommen solche Paare, in welchen die beiden Paarlinge eine konkordante Rechts-Links-Beziehung der Länge aufweisen, in 13 von 22 EZ-Paaren und in 3 von 9 ZZ-Paaren vor, besonders sind die Paare, bei denen beide Paarlinge „beiderseits gleich gross“ aufweisen, nur bei EZ vorzufinden. Die spiegelbildliche Konkordanz wurde nur bei ZZ 2 mal angetroffen.

Die Proportion zwischen Rumpf- und Hirnlänge beträgt bei meinen Zwillingsets 1:1.1—1:2.2; die gleich grosse Proportion bei beiden Feten desselben Paares fand sich in 7 von 22 EZ-Paaren und in 2 von 10

EZ-Paaren. Die Proportion nach den verschiedenen Altersstufen ist in Tabelle 4 zu ersehen.

Die Breite des Gehirns nimmt mit den Fetalmonaten zu (siehe Tabelle 4). Die prozentuale Abweichung beträgt bei EZ 0.69–17.07 und bei ZZ 0.99–7.75; es lässt sich aber in der mittleren prozentualen Abweichung zwischen EZ (2.25 ± 0.49) und ZZ (3.85 ± 1.22) kein auffallender Unterschied erkennen.

Die Form des Gehirns nach dem Längen-Breiten-Index.

Tabelle 7. Längen-Breiten-Index des Gehirns bei Zwillingsfeten und Erwachsenen.

L.B.-Index	Erwachsene (Shimada)	Zwillingsfeten (Higeta)				
		EZ	ZZ	Summe	♂	♀
-75	4	1	3	4 (6.2%)	1	3
76-80	31	10	7	17 (26.2%)	10	7
81-85	39	21	6	27 (41.5%)	21	6
86-90	26	6	10	16 (24.6%)	6	10
91-	0	1	0	1 (1.5%)	1	0

In der vorigen Mitteilung habe ich die äussere Form des Gehirns in überlang (Hyperdolicocephalum „D“), lang (Dolicocephalum „E“), mittel (Mesoccephalum „M“), kurz (Brachycephalum „B“) und überkurz (Hyperbrachycephalum „B“) eingeteilt und beobachtet, dass die Häufigkeit der verschiedenen Typen mit der bei Erwachsenen fast übereinstimmt. Die Befunde an 33 paarigen Zwillingsfeten sind in der Tabelle 7 ersichtlich gemacht. Aus dieser Tabelle ergibt sich, dass Mesoccephalum (80–85) am häufigsten und Brachy- (86–90) und Dolicocephalum (76–80) fast in gleicher Häufigkeit vorkommen. In der Verteilung der verschiedenen Typen des Gehirns nach dem Geschlecht scheint bei den männlichen Feten Mesoccephalum und bei den weiblichen Brachycephalum häufiger als andere Typen vertreten zu sein.

Tabelle 8. Vergleich des Längen-Breiten-Index des Gehirns bei beiden Feten eines Paares.

Befund	Konkordanz				Diskordanz
	76-80	81-85	86-90	Summe	
EZ (21 Paare)	0	8	2	10 (47.6%)	2 (9.5%)
ZZ (10 Paare)	4	0	1	5 (50.0%)	2 (20.0%)
? (1 Paar)	0	1	0	1	0

Bezüglich der Ähnlichkeit der äusseren Form bei beiden Paarlingen eines Paares geht aus der Tabelle 8 hervor, dass die Paarlinge mit gleichem Typus unter 21 EZ-Paaren 7 mal (47.6%) und unter 10 ZZ-Paaren 5 mal (50%) vorzufinden sind; dem Typus „D“ angehörige Paare wurden bei ZZ, und dem Typus „M“ angehörige bei EZ häufiger begegnet. Die Häufigkeit der Diskordanz, d.h. die Häufigkeit der ganz verschiedenen Typen bei beiden Feten desselben Paares ist bei ZZ (2 unter 10 Paaren) etwas grösser als bei EZ (2 unter 21 Paaren).

3. Horizontaler Umfang des Gehirns.

Der horizontale Umfang des Gehirns in den verschiedenen Fetalmonaten ist in Tabelle 3 wiedergegeben. Die prozentuale Abweichung für den Umfang beträgt bei EZ 0—13.12 und bei ZZ 0.71—4.73; die Paare in welchen sie null ist, finden sich nur bei EZ 2 mal unter 21 Paaren, aber niemals bei ZZ. Die mittlere prozentuale Abweichung lässt zwischen EZ (1.98 ± 0.44) und ZZ (2.59 ± 0.82) keinen bedeutsamen Unterschied bemerken.

4. TO-Linie (nach Shimada).

Wie die Tabelle 9 zeigt, ist die Länge der TO-Linie beiderseits gleich gross in 40.9% der Fälle, und die Fälle, bei denen sie links länger als rechts ist, sind häufiger (39.4%) als die umgekehrten Fälle anzutreffen (19.7%). Vergleicht man sie nach der Eiiigkeit, so kommen bei EZ „beiderseits gleich

Tabelle 9. Vergleich der Länge der beiderseitigen TO-Linie bei einzelnen Zwillingsfeten.

Material Befund	EZ	ZZ	?	♂	♀	Summe
gleichlang	22 (50.0%)	3 (15.0%)	2	13 (33.3%)	14 (51.9%)	27 (40.9%)
links länger	16 (36.4%)	10 (50.0%)	0	17 (43.9%)	9 (33.3%)	26 (39.4%)
rechts länger	6 (13.6%)	7 (35.0%)	0	9 (23.1%)	4 (14.8%)	13 (19.7%)

gross“ und bei ZZ „links grösser als rechts“ am häufigsten vor. Wie verhält es sich nun nach dem Geschlechte? Die Tabelle 9 lehrt uns, dass bei den männlichen Feten „links grösser“ und bei den weiblichen „beiderseits gleich“ am häufigsten vorkommen. Dabei beträgt die prozentuale Abweichung bei EZ links 0—10.84 und rechts 0—10.84, bei ZZ links 0—4.67 und 0.92—4.27 rechts. Die mittlere prozentuale Abweichung ist aber bei EZ (links 2.32 ± 0.49 , rechts 2.55 ± 0.54) und bei ZZ (links 2.49 ± 0.78 , rechts $2.44 \pm$

0.77) fast gleich. Die Paare, bei denen die Länge der TO-Linie auf vier Hemisphären desselben Paares ganz gleich ist, habe ich nur 2 mal unter 33 Zwillingspaaren angetroffen. Die Paare mit gleicher Rechts-Links-Beziehung über die Länge der TO-Linie sind in 14 von 22 EZ-Paaren (63.6%) und in 4 von 10 ZZ-Paaren (40.0%) vorhanden, also bei EZ etwas häufiger als bei ZZ.

5. Länge des Balkens.

Die Tabelle 4 veranschaulicht die sehr langsame Zunahme der Länge des Balkens. Sie ist im 9. Fetalmonat beinahe 1.4 mal grösser als die im 5. Monat (an Hirnlänge 1.6 mal). Die Paare, in welchen beide Paarlinge die Balken von gleicher Länge besitzen, sind in 10 von 22 EZ-Paaren und in 4 von 10 ZZ-Paaren vorzufinden. Der grösste Unterschied der Länge des Balkens bei beiden Feten desselben Paares liegt bei ZZ vor, indem die prozentuale Abweichung 12.70 erreicht (I. Fetus 3.8 cm, II. Fetus 3.0 cm). Die mittlere prozentuale Abweichung ist bei ZZ (3.20 ± 1.01) etwas grösser als bei EZ (1.65 ± 0.36). Die Länge des Balkens ist also bei den letzteren ähnlicher als bei den ersteren.

6. Die Vorderhirnachse und der Vorderhirnwinkel

(nach Hirako).

1) Vorderhirnwinkel. Dieser Winkel beträgt in meinem Material (5.—9. Fetalmonat) durchschnittlich 113.3° (100° — 128°). Nach Hirako nimmt dieser Winkel in der früheren Fetalzeit mit dem Fetalmonat zu. Wie die Tabelle 10 zeigt, lässt sich im durchschnittlichen Wert im 6.—9. Monat kein auffälliger Unterschied erkennen. Was die Ähnlichkeit dieses Winkels anbetrifft, so kommt die Konkordanz nur bei EZ (2 unter 21 Paaren) vor, aber niemals bei ZZ. Die Paare, in welchen der Winkel bei beiden Feten ziemlich verschieden ist, finden sich bei EZ in 2 von 21 und bei ZZ in 2 von 8 Paaren.

2) Vorderhirnachse und Rautenhirnachse. Die Länge der Vorder- und Rautenhirnachse nimmt, wie die Tabelle 11 zeigt, mit dem Alter zu, doch ist der Grad der Zunahme bei den ersteren kleiner als bei den letzteren; demnach nimmt der Vorderhirnachsenindex mit dem Alter allmählich ab. Der Index zeigt bei Feten einen grösseren Wert als bei Erwachsenen (42.81—45.54 nach Morita). Die prozentuale Abweichung für die Länge der Vorderhirnachse beträgt, wie in Tabelle 10 ersichtlich gemacht, bei EZ 0—8.19 und bei ZZ 0—7.69. Die Paare, bei denen sie null ist, kommen in 12 unter 22 EZ-Paaren (54.5%) und in 3 unter 10 ZZ-Paaren (30.0%) vor. Die Paare, in denen dieser Index beider Feten eines Paares ganz übereinstimmt,

Tabelle 10. Eigene Befunde. (2)

Eiig- keit	Fall	Vorder- hirn- winkel	Proz. Abwei- chung	Ca-Cp (cm)	Proz. Abwei- chung	Cp-Ob (cm)	Proz. Abwei- chung	Index	Index- Abwei- chung
EZ	1	110° 110	0	1.2 1.3	4.00	2.2 2.3	2.22	54.55 56.52	7.70
	2	118 116	0.85	1.4 1.5	3.45	2.6 2.6	0	53.85 60.00	6.15
	3	110 110	0	1.3 1.3	0	2.5 2.5	0	52.00 52.00	0
	4	101 105	1.94	1.4 1.3	1.89	2.4 2.4	0	56.25 54.17	2.03
	5	110 105	2.33	1.7 1.5	8.19	2.2 2.4	4.55	79.06 61.71	17.35
	6	124 108	6.90	1.0 1.1	4.76	2.0 1.9	2.56	50.00 57.89	7.89
	7	100 100	0	1.6 1.7	3.03	2.8 2.8	0	57.19 60.17	3.52
	8	115 115	0	1.5 1.5	0	2.5 2.2	0.99	60.00 58.88	1.18
	9	110 110	0	1.5 1.5	0	2.6 2.6	0	57.69 57.69	0
	10	110 110	0	1.1 1.1	0	2.0 2.0	0	55.00 55.00	0
	11	108 110	0.92	1.1 1.1	2.33	1.5 1.6	3.23	73.38 65.63	5.54
	12	110 115	2.22	1.3 1.3	0	2.3 2.3	0	54.37 54.37	0
ZZ	13	110 114	2.68	1.4 1.4	1.82	2.5 2.4	3.09	54.00 59.57	5.57
	14	110 118	3.51	1.3 1.4	3.70	2.5 2.8	4.76	52.00 50.91	1.09
	15	113 110	1.35	1.3 1.4	3.70	2.6 2.4	4.00	50.00 58.33	8.33
	16	111 —	?	1.5 1.5	0	? ?	?	? ?	?
	17	115 110	2.22	1.5 1.5	0	2.5 2.6	1.96	58.00 55.77	2.33

Tabelle 11.

Fetalmonat	Zahl d. Fälle	Vorderhirn- winkel	Vorderhirn- achse (a)	Rautenhirn- achse (b)	$\frac{a}{b} \times 100$
5	2	120.5°	1.01 cm	1.70 cm	59.41
6	13	114.5	1.19	2.05	58.05
7	22	111.2	1.39	2.43	57.20
8	12	111.5	1.36	2.46	55.28
9	14	110.6	1.52	2.64	57.57

Tabelle 12. Die mittlere prozentuale Abweichung für den Vorderhirnwinkel, die Vorderhirnachse, die Rautenhirnachse und den Vorderhirnachsenindex.

Merkmal Eiigkeit	Vorderhirnwinkel	Vorderhirnachse (a)	Rautenhirnachse (b)	$\frac{a}{b} \times 100$
EZ	1.50 ± 0.23	1.64 ± 0.23	1.10 ± 0.17	3.37 ± 0.53
ZZ	2.98 ± 0.74	2.65 ± 0.58	3.24 ± 0.71	5.30 ± 1.32

wurden bei EZ in 6 von 22 Paaren und bei ZZ in 1 von 10 Paaren beobachtet. Wie die Tabelle 12 zeigt, ist die mittlere prozentuale Abweichung und Indexabweichung für den Vorderhirnwinkel, die Vorderhirnachse, die Rautenhirnachse und den Vorderhirnachsenindex bei EZ etwas grösser als bei ZZ, es lässt sich aber zwischen den beiden kein wesentlicher Unterschied bemerken.

IV. Schluss.

In der ersten und dieser zweiten Mitteilung wurden die Masse des Gehirns bei insgesamt 33 paarigen Zwillingsfeten (22 EZ-, 10 ZZ-Paaren und 1 Paar von unklarer Eiigkeit), also 66 Feten untersucht. Aus dieser Betrachtung ergeben sich folgende Tatsachen.

Hirngewicht.

1) Zwischen Einlings- und Zwillingsfeten lässt sich kein wesentlicher Unterschied im Hirngewicht auffinden.

2) Die mittlere prozentuale Abweichung für das Hirngewicht ist bei EZ (4.48 ± 0.99) etwas kleiner als bei ZZ (7.18 ± 2.26), und zwar viel kleiner als die der anderen Organe; es scheint als wenn der Ähnlichkeitsgrad des Hirngewichtes ziemlich grösser als der der anderen Eingeweide ist.

3) Das Hirngewicht geht nicht immer parallel zum Körpergewicht, das ist besonders auffallend bei den erbgleichen Zwillingen. Die Paare, in welchen das Körpergewicht bei beiden Feten ziemlich verschieden ist, obgleich das Gehirngewicht ähnlich ist, sind bei EZ häufiger als bei ZZ.

4) Die beiderseitige Hemisphäre eines Gehirns zeigt in der Fetalzeit beinahe $\frac{1}{3}$ der Fälle eine Symmetrie in Gewicht. Eine Überwiegen der linken Hemisphäre ist 18 mal unter 63 Gehirnen (28.6%) und das der rechten 24 mal (38.1%) anzutreffen.

5) Geschlechtlicherseits scheint bereits in der späteren Fetalzeit ein Unterschied des Hirngewichtes zu bestehen, es ist nämlich bei den männlichen

Feten etwas grösser als bei den weiblichen.

6) Die Proportion zwischen Körper- und Hirngewicht beträgt 5.2 (5. Fetalmonat) bis 8.8 (9. Fetalmonat). Die Paare, in welchen diese Proportion beider Paarlinge gleich gross ist, finden sich niemals bei EZ und ZZ.

7) Bei den EZ-Paaren, wo die prozentuale Abweichung für das Gewicht der linken und rechten Hemisphäre verschieden ist, ist sie öfters links kleiner als rechts. Die mittlere prozentuale Abweichung lässt aber bei EZ (3.67 ± 0.84 links, 4.60 ± 1.05 rechts) wie auch bei ZZ (7.91 ± 2.49 links, 6.97 ± 2.20 rechts) keinen bedeutsamen Unterschied nach der Körperseite andeuten, der aber grösser als der zwischen beiden Hemisphären eines Gehirns ist.

Länge, Breite und Längen-Breiten-Index.

8) Die mittlere prozentuale Abweichung für die Länge des Gehirns ist bei EZ (1.69 ± 0.37) und bei ZZ (1.69 ± 0.53) beinahe gleich.

9) Was den Rechts-Links-Unterschied der Hirnlänge anbelangt, so finden sich „links grösser als rechts“ am häufigsten (50.0%) und rechts grösser als links am wenigsten (15.2%).

10) Die Häufigkeit der Konkordanz über die Rechts-Links-Beziehung der Länge des Gehirns ist bei EZ (58.1%) etwas grösser als bei ZZ (33.3%).

11) Die Proportion zwischen Rumpf- und Hirnlänge nimmt mit dem Alter langsam zu; im 5. Fetalmonat 1.4 und im 9. Fetalmonat 1.7. Die Paare, bei denen diese Proportion bei beiden Paarlingen gleich gross ist, sind bei EZ in 7 unter 22 und bei ZZ in 2 unter 10 Paaren vorzufinden.

12) Die Häufigkeit des Vorkommens der verschiedenen Formen des Gehirns weist nach dem Längen-Breiten-Index keinen merklichen Unterschied zwischen Zwillingsets und Erwachsenen (Japaner von Shimada) auf; $76-80=26.2\%$, $81-85=41.5\%$, $86-90=24.6\%$. Bei 10 EZ- und 5 ZZ-Paaren ist das Gehirn beider Paarlinge von sehr ähnlicher Form. Die mittlere Indexabweichung ist bei EZ (3.79 ± 0.81) und bei ZZ (3.87 ± 1.22) fast gleich.

13) Der horizontale Umfang des Gehirns beträgt im 5. Fetalmonat 16.5 cm und im 9. Monat 25.2 cm. Die mittlere prozentuale Abweichung ist hier bei EZ (1.98 ± 0.44) etwas kleiner als bei ZZ (2.59 ± 0.82).

14) TO-Linie. Die Länge der To-Linie ist in 27 von 63 Feten (40.9%) beiderseits gleich und in 26 links grösser als rechts (39.4%). Die mittlere prozentuale Abweichung lässt keinen wesentlichen Unterschied nach der Eiigkeit und nach der Körperseite erkennen.

15) Die Länge des Balkens nimmt mit dem Alter sehr langsam zu: im 9. Fetalmonat (3.59 cm) ist sie beinahe 1.4 mal grösser als im 5. Monat (2.55 cm). Die mittlere prozentuale Abweichung ist bei EZ (1.65 ± 0.36) etwas kleiner als bei ZZ (3.20 ± 1.01).

16) Der Vorderhirnwinkel beträgt durchschnittlich 113.3° (100° – 128°), er ist beinahe gleich mit dem bei japanischen Erwachsenen (114°), kleiner als bei Hund (137.8°), Kaninchen (137.0°) und Huhn (172.5°). Die Paare, bei denen dieser Winkel bei beiden Feten eines Paares gleich ist, finden sich nur bei EZ 8 mal unter 21 Paaren, jedoch niemals bei ZZ. Die mittlere prozentuale Abweichung ist bei EZ 1.50 ± 0.33 und bei ZZ 2.08 ± 1.05 .

17) Die Länge der Vorder- und Rautenhirnachse nimmt mit dem Alter zu, der Grad der Zunahme ist aber bei den ersteren kleiner als bei den letzteren: Der Index, der sich aus der Formel $\frac{\text{Vorderhirnachse}}{\text{Rautenhirnachse}} \times 100$ ergibt, nimmt demnach mit dem Alter ab. Er ist bei Feten (59.41 – 57.57) kleiner als bei Erwachsenen (42.81 – 44.54). Die mittlere Indexabweichung ist bei EZ (3.57 ± 0.73) etwas kleiner als bei ZZ (5.30 ± 1.88). Die Paare, in welchen dieser Index beider Paarlinge ganz gleich ist, sind in 6 von 22 EZ-Paaren und in 1 von 10 ZZ-Paaren anzutreffen.

Am Schlusse spreche ich Herrn Prof. Dr. Taniguchi für die stete liebenswürdige Unterstützung bei dieser Arbeit meinen ergebensten Dank aus.

Mittel für diese Untersuchung wurden uns aus dem wissenschaftlichen Fonde der Unterrichtsministeriums zur Verfügung gestellt, wofür wir hiermit mit unseren ergebensten Dank aussprechen.

Literaturverzeichnis.

- Calori, Del cervello nei due tipi brachycefalo e dolicocefalo italini, Mem. letta all' Instit. di Bologna, Marzo 1875. (zit. bei Ziehen).
 Meyer, H. H., Die Massen- und Oberflächenentwicklung des fetalen Gehirns. Virch. Arch. Bd. 300 1937.
 Nagata, M., Morphologische Untersuchung der Nebenniere bei japanischen Zwillingsfeten. Zwillingsanatomie II. Lieferung. Tokyo. 1937. (Japanisch).
 Nagayo, M., Uchimura, U. und Nishimaru, S., Untersuchung über die Gehirne von berühmten japanischen Männern. Lief. I. Tokyo. 1939. (Japanisch).
 Günther, J., Handbuch der Erbbiologie des Menschen. Bd. V. 1. Teil. Berlin. 1937.

Die übrigen Literaturen sind schon in der vorigen Mitteilung (Okajimas Fol. anat. jap. Bd. 19.) angegeben worden.