

# 「母乳の栄養学的優秀性についての体系化」

## 成熟児母乳および未熟児母乳のNPN組成に関する研究

分担研究：母乳物質の人体への影響に関する研究

川崎医科大学

研究協力者 守田哲朗

協同研究者 田中浩行

**要約：**成熟児母乳および未熟児母乳を、出産後日数別に分け、総窒素および非蛋白態窒素（以下NPN）含量、遊離アミノ酸組成、遊離アミノN含量、アンモニア含量、尿素含量、尿酸含量、ヌクレオシドおよびヌクレオチド含量を測定した。

その結果、総窒素およびNPN含量は経時的に減少し、総窒素に占めるNPNの比率は増加した。NPNの主成分は尿素で、特に、未熟児母乳で、NPNに占める比率が経時的に増加し、未熟児の蛋白質合成に利用されることが推測された。遊離アミノN含量は初乳期から成熟乳期を通じて未熟児母乳が成熟児母乳より多く、Gluの経時的な増加が著明であった。尿酸N、アンモニアやヌクレオチド、ヌクレオシド含量は、いずれも微量であった。

**見出し語：**未熟児母乳、成熟児母乳、  
非蛋白態窒素組成

**研究方法：**胎齢37週以上、出生体重2,500g以上の成熟児を産んだ母20名からの母乳（成熟児母乳）80検体と、胎齢37週未満、出生体重2,500g未満の低出生体重児を産んだ母25名からの母乳（未熟児母乳）80検体とを対象にした。成熟児母乳および未熟児母乳は、出産後0-5日、6-10日、11-20日、21-60日の4群に分け、A群、B群、C群、D群にした。各群の対象検体数は表1に示した。各検体の総窒素およびNPN含量

(Micro-Kjeldahl, Parness変法)を測定するとともに、遊離アミノ酸組成とアンモニア含量（アミノ酸自動分析機）、尿素含量（吸光度法）、尿酸とヌクレオシドおよびヌクレオチド含量（高速液体クロマトグラフィ）を測定し、これらの総窒素に占める比率とNPNに占める比率について経時的に比較した。

**結果：**総窒素およびNPN含量は表2に、尿素N含量は表3に、遊離アミノN含量は表4に、遊離アミノ酸組成

は表5、表6に、アンモニアN含量は表7に、尿酸N含量は表8に、ヌクレオチドおよびヌクレオシド含量は表9、表10にそれぞれ示した。総窒素およびNPN含量は、ともに経時的に減少し、総窒素に占めるNPNの比率は増加した。未熟児母乳の初乳期において、NPNは、成熟児母乳より多かった。尿素NはNPNの主成分であり、特に、未熟児母乳において、NPNに占める比率が経時的に増加した。遊離アミノN含量は初乳期から成熟乳期を通じて未熟児母乳が成熟児母乳より多かった。尿酸NのNPNに占める比率は、成熟児母乳および未熟児母乳ともに約1-2%であり、経時的な変動は少なかった。アンモニアやヌクレオチド、ヌクレオシド含量は、いずれもNPN含量の1%未満であった。

**考察：**母乳の総窒素の経時的変化は、初乳期から移行乳期への減少が著明であった。NPNは経時的に減少したが、主要な成分である尿素Nは、未熟児母乳において増加した。尿素の利用については、古くはRoseらがラットにおいて、最近ではPicouらが小児において、蛋白質の摂取量が少ない環境下で、蛋白質合成に利用されると述べ、未熟児母乳の尿素Nも乳児の蛋白質合成に利用されることが推測された。遊離アミノ酸はGluの増加により、経時的に増えた。Gluは、腸管での亜鉛吸収や、tricarboxylic acid cycleに必要な $\alpha$ -ケトグルタル酸の供給源になるとされている。Gluの絶対量は全泌乳期で未熟児母乳が成熟児母乳より高く、未熟な栄養代謝に対して、何らかの役割を演じていると解した。

**文献：**

- 1) Harzer, G. et al. Am. J. Clin. Nutr., 40, 303, 1984.
- 2) Rose, W. C. et al. J. Biol. Chem., 223, 107, 1956.
- 3) Picou, M. B. et al. Am. J. Clin. Nutr., 25, 1261, 1984.

表1：対象検体数

	A 初乳 (0-5日)	B 移行乳 (6-10日)	C 成熟乳1 (11-20日)	D 成熟乳2 (21-60日)	計
成熟児母乳	20	20	20	20	80
未熟児母乳	20	20	20	20	80

表2：総窒素およびNPN含量

			A		B		C		D	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
成熟児母乳	TN	mg/dl	340.3	64.4	285.6	57.5	247.6	29.2	222.6	25.6
	NPN	mg/dl	61.9	9.9	59.3	9.7	55.6	7.3	51.5	7.9
	NPN/TN	%	19.0	2.9	20.9	2.7	22.6	3.3	23.2	4.5
未熟児母乳	TN	mg/dl	408.4	81.2	310.8	41.7	268.3	44.8	218.0	29.5
	NPN	mg/dl	67.0	14.8	55.9	7.0	51.8	6.2	43.4	5.9
	NPN/TN	%	16.9	3.3	17.9	1.7	17.7	2.0	19.7	1.4

表3：尿素N含量

			A		B		C		D	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
成熟児母乳	UreaN	mg/dl	14.2	3.5	12.6	0.8	12.5	2.6	14.1	2.3
	UreaN/NPN	%	24.1	5.5	20.5	3.8	23.2	3.6	26.3	2.9
	UreaN/TN	%	4.4	1.5	4.3	0.9	5	1.2	6.9	1.3
未熟児母乳	UreaN	mg/dl	13.3	1.2	18.3	1.5	15.9	1	18.3	1.54
	UreaN/NPN	%	19.9	0.9	32.8	0.7	30.6	1.6	42.1	2.6
	UreaN/TN	%	3.3	0.5	5.9	0.3	5.9	0.2	8.4	0.5

表4：遊離アミノN含量

			A		B		C		D	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
成熟児母乳	FreeAminoN	mg/dl	2.72	1.33	3.03	1.24	3.48	1.42	3.57	1.36
	FreeAminoN/NPN	%	4.07	1.85	5.33	2.33	6.68	2.62	7.33	1.70
	FreeAminoN/TN	%	0.82	0.40	1.13	0.50	1.44	0.59	1.62	0.66
未熟児母乳	FreeAminoN	mg/dl	5.21	3.32	3.54	0.96	3.75	1.91	4.25	1.15
	FreeAminoN/NPN	%	7.59	5.45	6.31	1.63	7.10	6.57	10.06	3.45
	FreeAminoN/TN	%	1.41	0.69	1.15	0.35	1.57	1.07	1.98	0.66

表5：成熟児母乳における遊離アミノ酸の経時的変化(mg/dl)

	A		B		C		D	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Phosphoserine	2.15	1.01	1.68	0.85	1.15	0.40	1.01	0.50
Taurine	3.96	2.02	4.62	1.47	5.44	5.46	3.79	1.28
Phosphoethanolamine	5.17	3.69	5.61	3.22	6.57	3.38	5.97	2.85
Aspartic acid	0.55	0.46	0.53	0.49	0.41	0.22	0.36	0.17
Threonine	0.81	0.68	0.77	0.62	0.69	0.34	0.76	0.39
Serine	0.52	0.44	0.63	0.41	0.66	0.32	0.75	0.42
Glutamic acid	7.80	3.35	11.56	7.88	12.83	6.64	13.64	6.05
Glutamine	0.21	0.31	0.45	0.67	0.88	0.98	1.64	1.33
Glycine	0.24	0.15	0.34	0.19	0.47	0.25	0.53	0.23
Alanine	0.99	0.92	1.44	1.15	1.55	0.81	1.39	0.59
Citrulline	0.04	0.08	0.01	0.03	tr		0.03	0.08
$\alpha$ -Amino-n-butyric acid	0.02	0.06	0.03	0.06	0.04	0.05	0.06	0.09
Valine	0.44	0.48	0.39	0.31	0.41	0.21	0.47	0.27
Cystine	0.36	0.29	0.41	0.30	0.35	0.16	0.50	0.32
Methionine	0.10	0.14	0.05	0.03	0.06	0.04	0.06	0.03
Isoleucine	0.18	0.26	0.09	0.06	0.10	0.05	0.09	0.06
Leucine	0.44	0.70	0.26	0.17	0.27	0.14	0.27	0.15
Tyrosine	0.32	0.42	0.20	0.17	0.19	0.12	0.20	0.14
Phenylalanine	0.17	0.38	0.13	0.14	0.14	0.13	0.14	0.13
Ethanolamine	0.25	0.10	0.41	0.15	0.36	0.16	0.32	0.11
Ornithine	0.10	0.11	0.05	0.03	0.07	0.09	0.05	0.03
Lysine	0.79	0.58	0.29	0.21	0.31	0.27	0.22	0.17
1-methylhistidine	tr		tr		tr		tr	
Histidine	0.22	0.19	0.24	0.13	0.29	0.14	0.28	0.15
Arginine	0.44	0.37	0.19	0.12	0.19	0.13	0.15	0.12
Hydroxyproline	0.01	0.04	0.02	0.05	0.02	0.06	0.02	0.04
Prolin	0.59	0.73	0.33	0.17	0.32	0.13	0.23	0.14
総遊離アミノ酸含量	26.87	17.18	30.73	16.52	33.79	14.37	32.92	12.42

表6：未熟児母乳における遊離アミノ酸の経時的変化(mg/dl)

	A		B		C		D	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Phosphoserine	3.96	2.39	1.90	0.63	1.34	0.40	1.11	0.24
Taurine	3.37	1.49	3.83	0.68	3.88	0.98	3.62	1.08
Phosphoethanolamine	5.67	5.38	5.92	1.88	7.09	4.83	8.10	2.28
Aspartic acid	1.25	1.06	0.53	0.29	0.44	0.28	0.41	0.20
Threonine	1.38	1.02	0.87	0.42	0.74	0.49	0.83	0.51
Serine	1.07	0.73	0.60	0.22	0.65	0.36	0.81	0.31
Glutamic acid	10.71	6.94	12.47	6.06	14.99	7.73	15.62	5.01
Glutamine	0.32	0.35	0.53	0.76	0.99	1.31	1.93	1.63
Glycine	0.60	0.41	0.34	0.13	0.48	0.27	0.61	0.23
Alanine	1.30	0.71	1.38	0.61	1.56	0.90	1.65	0.67
Citrulline	tr		tr		tr		tr	
$\alpha$ -Amino-n-butyric acid	tr		tr		tr		tr	
Valine	1.27	1.00	0.30	0.11	0.33	0.22	0.42	0.22
Cystine	0.52	0.57	0.40	0.25	0.35	0.18	0.42	0.18
Methionine	0.39	0.33	0.06	0.03	0.05	0.03	0.06	0.02
Isoleucine	0.73	0.65	0.11	0.03	0.10	0.05	0.12	0.06
Leucine	2.15	1.96	0.29	0.11	0.25	0.13	0.29	0.15
Tyrosine	0.98	0.84	0.18	0.06	0.19	0.11	0.21	0.10
Phenylalanine	1.04	0.92	0.08	0.08	0.10	0.11	0.10	0.06
Ethanolamine	0.34	0.16	0.35	0.11	0.35	0.09	0.35	0.18
Ornithine	0.71	0.73	0.05	0.03	0.04	0.03	0.06	0.04
Lysine	2.56	1.76	0.59	0.34	0.38	0.21	0.27	0.09
1-methylhistidine	tr		tr		tr		tr	
Histidine	0.62	0.53	0.25	0.17	0.28	0.20	0.29	0.10
Arginine	1.18	0.87	0.35	0.15	0.23	0.11	0.17	0.07
Hydroxyproline	tr		tr		tr		tr	
Prolin	3.25	3.19	0.39	0.12	0.27	0.11	0.25	0.08
総遊離アミノ酸含量	42.86	18.90	31.77	9.14	36.26	15.32	37.69	9.54

表7: AmmoniaN含量

			A		B		C		D	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
成熟児母乳	AmmoniaN	mg/dl	0.22	0.10	0.20	0.10	0.22	0.10	0.24	0.11
	AmmoniaN/NPN	%	0.34	0.16	0.37	0.20	0.43	0.21	0.50	0.18
	AmmoniaN/TN	%	0.07	0.03	0.08	0.04	0.09	0.04	0.11	0.05
未熟児母乳	AmmoniaN	mg/dl	0.29	0.13	0.22	0.09	0.22	0.08	0.26	0.11
	AmmoniaN/NPN	%	0.49	0.21	0.39	0.13	0.44	0.12	0.60	0.24
	AmmoniaN/TN	%	0.09	0.03	0.06	0.02	0.07	0.03	0.12	0.05

表8: 尿酸N含量

			A		B		C		D	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
成熟児母乳	尿酸N	mg/dl	0.70	0.26	0.68	0.24	0.76	0.21	0.86	0.20
	尿酸N/NPN	%	1.22	0.53	1.06	0.15	1.41	0.32	1.66	0.44
	尿酸N/TN	%	0.23	0.12	0.21	0.04	0.31	0.10	0.40	0.05
未熟児母乳	尿酸N	mg/dl	0.89	0.11	0.94	0.07	0.60	0.01	0.52	0.08
	尿酸N/NPN	%	1.33	0.40	2.00	0.04	1.30	0.20	1.15	0.19
	尿酸N/TN	%	0.21	0.12	0.40	0.02	0.20	0.01	0.25	0.01

表9: ヌクレオチド含量

			A		B		C		D	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
成熟児母乳	CMP	mg/dl	0.05	0.07	0.09	0.04	0.12	0.10	0.16	0.10
	UMP	mg/dl	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.02
	ヌクレオチド計	mg/dl	0.06	0.08	0.10	0.04	0.13	0.10	0.18	0.09
	ヌクレオチド/NPN	%	0.10	0.15	0.17	0.07	0.23	0.18	0.34	0.19
	ヌクレオチド/TN	%	0.02	0.03	0.03	0.02	0.05	0.04	0.08	0.04
未熟児母乳	CMP	mg/dl	0.04	0.02	0.08	0.03	0.03	0.02	0.06	0.04
	UMP	mg/dl	tr		0.02	0.01	0.01	0	0.02	0.01
	ヌクレオチド計	mg/dl	0.04	0.02	0.07	0.06	0.04	0.02	0.06	0.03
	ヌクレオチド/NPN	%	0.07	0.05	0.2	0.09	0.09	0.05	0.14	0.07
	ヌクレオチド/TN	%	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02

表10: ヌクレオシド含量

			A		B		C		D	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
成熟児母乳	プソイドウリジン	mg/dl	0.01	0.00	tr		tr		tr	
	ウリジン	mg/dl	tr		tr		tr		tr	
	シチジン	mg/dl	0.10	0.03	0.10	0.02	0.02	0.00	0.09	0.01
	イノシン	mg/dl	0.02	0.01	0.03	0.03	0.01	0.01	0.03	0.02
	アデノシン	mg/dl	0.01	0.01	tr		tr		tr	
	ヌクレオシド計	mg/dl	0.13	0.04	0.15	0.04	0.02	0.01	0.12	0.02
	ヌクレオシド/NPN	%	0.22	0.07	0.24	0.07	0.04	0.01	0.23	0.07
	ヌクレオシド/TN	%	0.04	0.01	0.05	0.02	0.01	0.00	0.06	0.01
未熟児母乳	プソイドウリジン	mg/dl	0.01	0.00	tr		0.01	0.00	tr	
	ウリジン	mg/dl	tr		tr		tr		tr	
	シチジン	mg/dl	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03	0.01	
	イノシン	mg/dl	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01
	アデノシン	mg/dl	tr		tr		tr		tr	
	ヌクレオシド計	mg/dl	0.07	0.03	0.07	0.04	0.06	0.04	0.04	0.01
	ヌクレオシド/NPN	%	0.12	0.01	0.12	0.01	0.08	0.01	0.1	0.02
	ヌクレオシド/TN	%	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01



## 検索用テキスト OCR(光学的文字認識)ソフト使用

論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります



要約:成熟児母乳および未熟児母乳を,出産後日数別に分け,総窒素および非蛋白態窒素(以下 NPN)含量,遊離アミノ酸組成,遊離アミノ N 含量,アンモニア含量,尿素含量,尿酸含量,ヌクレオシドおよびヌクレオチド含量を測定した.

その結果,総窒素および NPN 含量は経時的に減少し,総窒素に占める NPN の比率は増加した.NPN の主成分は尿素で,特に,未熟児母乳で,NPN に占める比率が経時的に増加し,未熟児の蛋白質合成に利用されることが推測された.遊離アミノ N 含量は初乳期から成熟乳期を通じて未熟児母乳が成熟児母乳より多く,Glu の経時的な増加が著明であった.尿酸 N,アンモニアやヌクレオチド,ヌクレオシド含量は,いずれも微量であった.