

ビタミンB₂およびCの各種単糖類の腸管内吸収に およぼす影響について

第 1 編

ビタミンB₂の各種単糖類の腸管内吸収におよぼす影響

岡山医科大学第1内科教室（主任：稲田進教授）

松 本 増 夫

〔昭和34年1月24日受稿〕

緒 言

ビタミンB₂の炭水化物代謝にたいする影響に関する業績はすくなくない。しかしながらその多くはビタミンB₂の血糖にたいする影響を検査し、あるいは肝臓内総糖量の消長からこれを推論したものであつてSchroeder¹⁾は血糖を検査してビタミンB₁ならびにB₂の炭水化物代謝にたいする影響をしらべ、また肝糖原質の消長を検査してビタミンB₁は無関係であるがビタミンB₂は肝糖原質を増加させると称している。西岡²⁾はビタミンA欠乏ラットを使用してビタミンB₂の肝糖原質にたいする影響を検査し、その増加をみとめている。類似の報告はその他にも散見するが、腸管内に各種単糖類を注入してビタミンB₂の糖吸収におよぼす影響を検査した業績はみあたらない。よつて著者はこの点についてラットを使用し各種単糖類をその腸管内に注入して、ビタミンB₂の糖吸収におよぼす影響を実験した。

実験材料ならびに方法

実験動物は体重150~250gの成熟期にちかいラットを使用し、いずれも実験前1週間以上小米および水をもつて飼養し、可及的栄養状態を均等ならしめた後にビタミンB₂の一定量を種々の量に手術前5日間にわたり毎日1回注射し、第6日目朝注射後1時間において手術した。なお手術前24時間は絶食させ、胃ならびに小腸を空虚ならしめて実験に供した。ビタミンB₂は三共製薬製のピオフラビンを使用した。

実験方法は、なんら麻酔をほどこすことなく腹部正中線において腹腔をひらき腸管を露出し、ついで幽門を目標としてこれより5ないし7cm下方において腸管を結紮、これによつて十二指腸部を除外して実験中胆

汁および膵液の流入を完全に遮断することができた。つぎに該結紮部から約35cm下方において腸管にガラス製小カニユーレを挿入した後第1の結紮部に接して注射器をもつて腸管を穿刺し、あらかじめ38°Cにあたためたリンゲル液をもつて腸管腔内を数回洗滌し、洗滌液がまったく透明となるにいたり軽指圧をくわえながら注意して腸内容を排除した。この際指圧のつよすぎるときは腸管を損ずるおそれがあるので、しいて余瀝の駆逐はおこなわなかつた。以上の後カニユーレの上端にちかく腸管を結紮してこの結紮部から上方へ（すなわち胃にむかつて）正確に腸管30cmをはかり、この点にかかる結紮系をむすび、つぎにあらかじめ38°Cにあたためた5.4%単糖類水溶液5.0ccを注射器によりしずかに腸管内に注入した。この際注射針の挿入と同時に前記のかるくくりおいた結紮系をもつて腸管と針とをともに緊縛して注入液の逆流をふせぎ、注入の終つた後に注射針の抜去と同時にかたく結紮し、これによつて糖溶液を完全に長さ30cmの腸盲管内に封入した。以上の後腸管を腹腔内に整復して鉗子をもつて腹壁を閉鎖し、創面上には温リンゲル液をもつて湿した綿紗をおいて保温に注意した。以上の操作中極力血管および腸間膜の損傷をさけ、なお必要部以外の腸管は体温にあたためたリンゲル液をもつて湿した綿紗をもつて掩い操作もきわめて慎重におこない、血管の圧迫、機械的刺戟等血流にたいする影響を最少限度にとどめるよう努力した。

かくして30分間吸収をなさしめた後空気栓塞たによつてラットを殺し、すみやかに腸管を腸間膜から切離して腹腔外にとり出し、ただちに腸盲管内に残留した注入液を採取し、その残存量をはかり、さらに腸内腔をリンゲル液20ccあてをもつて3回にわたりよく洗

滌し、前の採取液およびこの洗滌液を合したものにさらに蒸留水をくわえ、正確に100ccとし、これについて糖量をハーゲドルン、エンゼン法によつて定量した。

なお本実験においては腸盲管の両端に数個の結紮をほどこしたが、わずかに40分内外ではイレウス症状その他不快な現象はあらわれなかつた。

実 験 成 績

I. 葡萄糖溶液における実験

a) リンゲル液注射による対照試験

既述の方法により5日間ならびに実験前1時間合計6回にわたりリンゲル液 0.25cc あて注射したラッテについて、既述の方法によつて腸盲管内にあらかじめ38°Cにあたためた5.4%葡萄糖水溶液 5.0ccを注入して30分間吸収をなさしめた後これを採取し、残留した葡萄糖を定量して、これから糖吸収量を算出した。この際正常腸管内に還元物質の排出が有るか否かは注意を要する点であつて、ラッテ腸管内に葡萄糖にかえてリンゲル液を注入し、型のごとく吸収試験をおこなつてかかることのないことをたしかめた。なお葡萄糖の注入には終始同一の注射器を使用した。

その成績は表1 a)のごとく、ラッテ体重100gにたいする葡萄糖吸収量は平均0.059gであり、吸収率は22.0%を示した。

b) ビタミンB₂ 0.001mg あて注射による影響

ラッテにたいし0.001mg あてのビタミンB₂を上記の方法により6回注射した。その成績は表1 b)のごとく、ラッテ体重100gにたいする葡萄糖吸収量は平均0.056gであり、吸収率は20.7%を示した。

c) ビタミンB₂ 0.005mg あて注射による影響

ラッテにたいしビタミンB₂ 0.005mg あて6回注射した。その成績は表1 c)のごとく、ラッテ体重100gにたいする葡萄糖吸収量は平均0.060gであり、吸収率は22.2%を示し吸収率の上昇を思わしめた。

d) ビタミンB₂ 0.0125mg あて注射による影響

ビタミンB₂ 0.0125mg あて6回上記の方法により注射した。その成績は表1 d)のごとく、ラッテ体重100gにたいする葡萄糖吸収量は平均0.068gであり、吸収率は25.2%とさらに上昇を示した。

e) ビタミンB₂ 0.05mg あて注射による影響

ビタミンB₂ 0.05mg あて6回上記の方法により注射した。その成績は表1 e)のごとく、ラッテ体重100gにたいする葡萄糖吸収量は平均0.069gであり、吸収率は25.5%とさらに上昇を示した。

f) ビタミンB₂ 0.125mg あて注射による影響

ラッテにたいし0.125mg あてのビタミンB₂を上記の方法により6回注射した。その成績は表1 f)のごとく、ラッテ体重100gにたいする葡萄糖吸収量は平均0.077gであり、吸収率は28.6%とさらに上昇を示した。

II. キシローゼ溶液における実験

a) リンゲル液注射による対照試験

既述の方法により5日間ならびに実験前1時間合計6回にわたりリンゲル液 0.25cc あて注射したラッテについて既述の方法によりつくられた腹盲管内にあらかじめ38°Cにあたためた5.4%キシローゼ水溶液5ccを注入して30分間吸収をなさしめた後これを採取し、残留したキシローゼを定量し、これより糖吸収量を算出した。

その結果は表II a)のごとく、ラッテ体重100gにたいするキシローゼ吸収量は平均0.013gとなり、吸収率は4.8%を示した。

b) ビタミンB₂ 0.001mg あて注射による影響

ラッテにたいし0.001mg あてビタミンB₂を上記の方法により6回注射した。その結果は表II b)のごとく、ラッテ体重100gにたいするキシローゼ吸収量は平均0.014gになり吸収率は5.2%を示した。

c) ビタミンB₂ 0.0125mg あて注射による影響

ラッテにたいし0.0125mg あてのビタミンB₂を上記同様に注射した。その結果は表II c)のごとく、ラッテ体重100gにたいするキシローゼ吸収量は平均0.012gとなり、吸収率は4.4%を示した。

d) ビタミンB₂ 0.125mg あて注射による影響

ビタミンB₂ 0.125mg あてを上記のごとく6回注射した。その結果は表II d)のごとく、ラッテ体重100gにたいするキシローゼ吸収量は平均0.013gとなり、吸収率は4.8%を示した。

III. ガラクトーゼ溶液における実験

a) リンゲル液注射による対照試験

既述の方法により5日間ならびに実験前1時間合計6回にわたりリンゲル液 0.25cc あて注射したラッテについて、既述の方法によりつくられた腸盲管内にあらかじめ38°Cにあたためた5.4%ガラクトーゼ水溶液5ccを注入して30分間吸収せしめた後これを採取し、残留したガラクトーゼを定量し、これより糖吸収量を算出した。その結果は表III a)のごとく、ラッテ体重100gにたいするガラクトーゼ吸収量は平均0.079gとなり、吸収率は29.0%を示した。

b) ビタミンB₂ 0.001mg あて注射による影響

ラッテにたいし0.001mg あてビタミンB₂を上記のごとく6回にわたり注射した。その結果は表III b)の

表 I 葡萄糖溶液における実験

注射ビタミンB ₂ 量	ラツテ番号性	体 重		体重増加率 (%)	注 入 糖 液			腹内残留液および洗滌液			糖 吸 収 量 (g)		体重100gにたいする吸収率 (%)	
		始	終		注入量 (cc)	濃度 (%)	糖量 (g)	稀釈量 (腸内残量) (cc)	糖濃度 (%)	糖量 (g)	総吸収量	体重100gにたいする吸収量		
対 照 (リンゲル液0.25cc 6回)	1	♀	160	165		5.0	5.4	0.270	100.0 (4.8)	0.182	0.182	0.088	0.053	
	2	♀	160	163		"	"	"	" (3.8)	0.159	0.159	0.111	0.068	
	3	♀	160	160		"	"	"	" (4.4)	0.164	0.164	0.106	0.066	
	4	♀	158	160		"	"	"	" (4.7)	0.189	0.189	0.081	0.051	
	5	♂	183	185		"	"	"	" (3.9)	0.168	0.168	0.102	0.055	
	6	♂	210	212		"	"	"	" (3.6)	0.146	0.146	0.124	0.059	
	7	♂	210	211		"	"	"	" (3.7)	0.139	0.139	0.131	0.062	
平均			177	179									0.059	22.0
0.001mg	78	♂	170	182		"	"	"	" (4.5)	0.179	0.179	0.091	0.050	
	79	♂	180	173		"	"	"	" (4.0)	0.161	0.161	0.109	0.063	
	80	♂	180	189		"	"	"	" (4.2)	0.172	0.172	0.098	0.052	
	81	♀	170	167		"	"	"	" (4.1)	0.173	0.173	0.097	0.058	
	平均		175	177	1.1									0.056
0.005mg	66	♂	150	158		"	"	"	" (4.5)	0.182	0.182	0.088	0.069	
	67	♂	120	128		"	"	"	" (4.3)	0.182	0.182	0.072	0.056	
	68	♂	175	168		"	"	"	" (4.0)	0.178	0.178	0.092	0.055	
	69	♂	115	119		"	"	"	" (4.5)	0.199	0.199	0.071	0.060	
	平均		140	143	2.1									0.060

表 II キシローゼ溶液における実験

注射ビタミンB ₂ 量	ラット番号	性別	体重		体重増加率 (%)	注入量 (cc)	注入糖濃度 (%)		糖量 (g)	腸内残留液および洗滌液 稀釈量 (cc)	腸内残留量 (cc)	糖濃度 (%)	糖量 (g)	糖吸収量 (g)		体重 100 g にたいする吸収率 (%)	
			始	終			総吸収量	体重 100 g にたいする吸収量									
対照 (リンゲル液0.25ccあて 6回)	28	♂	155	155		5.0	5.4	0.270	100.0 (5.8)	0.252	0.252	0.252	0.028	0.018			
	104	♂	167	174		"	"	"	" (6.1)	0.235	0.235	0.235	0.035	0.020			
	105	♂	180	184		"	"	"	" (6.5)	0.255	0.255	0.255	0.015	0.008			
	106	♀	175	175		"	"	"	" (6.0)	0.259	0.259	0.259	0.021	0.012			
	107	♀	153	155		"	"	"	" (6.5)	0.262	0.262	0.262	0.008	0.005			
	平均		166	169	1.2	"	"	"	"	"	"	"	"	0.013	0.013	4.8	
	0.001mg	124	♂	165	174		"	"	"	" (6.6)	0.258	0.258	0.258	0.012	0.008		
	125	♂	140	147		"	"	"	" (6.5)	0.244	0.244	0.244	0.026	0.017			
	126	♂	125	130		"	"	"	" (6.4)	0.249	0.249	0.249	0.021	0.016			
	127	♀	135	135		"	"	"	" (6.6)	0.249	0.249	0.249	0.021	0.015			
平均		141	146	3.5	"	"	"	"	"	"	"	"	0.014	0.014	5.2		
0.0125mg	82	♀	215	224		"	"	"	" (6.0)	0.240	0.240	0.240	0.030	0.013			
	83	♀	225	239		"	"	"	" (6.2)	0.243	0.243	0.243	0.027	0.011			
	84	♀	200	200		"	"	"	" (6.0)	0.234	0.234	0.234	0.036	0.018			
	85	♀	234	233		"	"	"	" (6.4)	0.249	0.249	0.249	0.021	0.009			
	133	♂	180	190		"	"	"	" (5.6)	0.240	0.240	0.240	0.030	0.016			
	134	♂	165	170	2.9	"	"	"	" (6.5)	0.256	0.256	0.256	0.014	0.008			
	平均		203	209		"	"	"	"	"	"	"	"	0.012	0.012	4.4	
0.125mg	112	♀	215	230		"	"	"	" (6.0)	0.251	0.251	0.251	0.019	0.008			
	113	♀	200	230		"	"	"	" (5.7)	0.241	0.241	0.241	0.029	0.013			
	114	♀	167	186		"	"	"	" (6.5)	0.244	0.244	0.244	0.026	0.014			
	115	♂	172	200		"	"	"	" (6.2)	0.250	0.250	0.250	0.020	0.010			
	120	♀	120	120		"	"	"	" (6.0)	0.249	0.249	0.249	0.021	0.017			
	121	♀	115	120		"	"	"	" (6.3)	0.253	0.253	0.253	0.017	0.014			
	平均		165	181	9.7	"	"	"	"	"	"	"	"	0.013	0.013	4.8	

表 III ガラクトローゼ溶液における実験

注射ビタミン B ₁₂ 量	ラッテ番号	性別	体重 (g)		体 重 増 加 率 (%)	注入糖量		腸内残留液および洗滌液		糖吸収量 (g)		体重 100 g にたい する吸収率 (%)			
			始	終		注入量 (cc)	濃度 (%)	注入量 (g)	濃度 (%)	稀釈量 (cc)	腸内残留量 (g)		糖濃度 (%)	糖量 (g)	総吸 収量
対 照 (リンゲル液0.25cc あて 6回)	150	♀	140	145		5.0	5.4	0.270	100.0	(3.0)	0.132	0.132	0.138	0.095	
	151	♀	130	133		〃	〃	〃	〃	(3.5)	0.165	0.165	0.105	0.079	
	152	♀	120	120		〃	〃	〃	〃	(3.5)	0.186	0.186	0.084	0.070	
	153	♀	118	122		〃	〃	〃	〃	(4.0)	0.191	0.191	0.079	0.065	
	354 平均	♂	108 123	109 126	1.6	〃	〃	〃	〃	(3.2)	0.177	0.177	0.093	0.085	0.079
0.001mg	139	♂	150	150		〃	〃	〃	〃	(3.4)	0.099	0.099	0.171	0.106	
	140	♂	177	195		〃	〃	〃	〃	(3.6)	0.084	0.084	0.186	0.083	
	141	♂	129	137		〃	〃	〃	〃	(3.8)	0.113	0.113	0.157	0.104	
	142	♂	146	155		〃	〃	〃	〃	(3.8)	0.104	0.104	0.166	0.095	
	平均		151	159	5.3	〃	〃	〃	〃	(3.8)	0.104	0.104	0.166	0.097	
0.125mg	135	♂	145	156		〃	〃	〃	〃	(2.8)	0.070	0.070	0.200	0.128	
	136	♂	135	145		〃	〃	〃	〃	(3.7)	0.088	0.088	0.182	0.119	
	137	♂	135	145		〃	〃	〃	〃	(4.2)	0.109	0.109	0.161	0.111	
	138	♂	130	141		〃	〃	〃	〃	(2.8)	0.046	0.046	0.224	0.158	
	平均		136	147	8.8	〃	〃	〃	〃	(2.8)	0.046	0.046	0.224	0.158	

ごとく、ラッテ体重 100 gにたいするガラクトーゼ吸収量は平均 0.097 gとなり、吸収率は35.9%と対照に比し上昇を示した。

c) ビタミンB₂ 0.125mg あて注射による影響

ビタミンB₂ 0.125mg あてを上記のごとく6回にわたり注射した。その結果は表Ⅲc)のごとく、ラッテ体重 100 g にたいするガラクトーゼ吸収量は平均 0.129 gとなり、吸収率は47.8%と更に上昇した。

総括ならびに考按

上記の成績を通覧すると、腸管内糖吸収はかなり個性的差異を示すものごとくである。よつて個々の吸収量を考慮しながら主としてその平均値について観察することとする。

まず葡萄糖溶液における実験についてみるとa群対照試験において、この程度の発育状態におけるラッテの体重増加率は5日間に1.1%、糖吸収量はラッテ体重100gにたいし0.059g、吸収率は22.0%を示すのにたいし、b群ビタミンB₂ 0.001mg あて注射したものにおいて体重増加率および糖吸収率ともになお差異をみとめ難く、c群ビタミンB₂ 0.005mg あて注射したものでは体重増加率2.1%と対照に比し約2倍の増加率を示し糖吸収量 0.060 g、吸収率22.2%といずれもやや上昇を示し、d群ビタミンB₂ 0.0125mg あて注射したものでは体重増加率2.4%、糖吸収率 25.2%と上昇e群ビタミンB₂ 0.05mg あて注射したものでは体重増加率 5.1%、糖吸収率 25.5%、f群ビタミンB₂ 0.125mg あて注射したものでは体重増加率は7.8%、糖吸収率は28.6%とさらに上昇を示している。

すなわち、ビタミンB₂ 投与により幼若動物の成長が促進されることはすでに諸家によりあきらかにされたところであるが、著者の実験においても同様の成績を示し投与量に比例して体重が増加した。

葡萄糖吸収についてはビタミンB₂ 0.005mg あて注射においてはじめて吸収率の上昇をみとめ、0.0125mg あて注射において3%の吸収率上昇、0.05mg あてにおいて3.3%の上昇、0.125mg あてにおいて6.4%の吸収率上昇を示した。すなわち、ビタミンB₂ の注射量に比例して腸内葡萄糖の吸収率は上昇を示した。

つぎにキシローゼにおける実験についてみると、ラッテの体重増加率は前実験同様ビタミンB₂ の注射量に比例して上昇を示すが、腸管内キシローゼ吸収率は対照試験において4.8%を示すのにたいし、ビタミンB₂ 0.001mg あて注射したものにおいて5.2%、ビタミンB₂ 0.0125mg あて注射したものにおいて4.4%、

ビタミンB₂ 0.125mg あて注射したものにおいて4.8%と変化をみとめ難かつた。つぎにガラクトーゼにおける実験についてみると、ラッテの体重増加率は前二者同様ビタミンB₂ 注射量に比例して上昇を示した。腸管内ガラクトーゼ吸収率は対照試験において吸収率29.0%を示したのにたいしビタミンB₂ 0.001mg あて注射したものにおいては35.9%と上昇、ビタミンB₂ 0.125mg あての大量注射において47.8%と大いに上昇を示した。

ところで最近の Ruhl & Thaddea,³⁾ Schroeder,⁴⁾ Hoff⁴⁾ らの研究によれば6炭糖の腸管吸収には糖の磷酸化が必要であり、この機転にはフラビン磷酸が関与しており、したがってビタミンB₂ がその障害にたいし有利に作用するとされており、著者の実験成績では腸管内6炭糖の吸収を積極的に促進しており、いずれも磷酸化の促進によるものであろう。

つぎに5炭糖の腸管内吸収はビタミンB₂ により促進されないところから、5炭糖の腸管吸収は6炭糖のそれと吸収機序をことにするためではないかと思惟される。

結 論

1) ビタミンB₂ 適量注射により幼弱動物はその体重を増加する。この際その増加率はビタミンB₂ 注射量に比例する。

2) ビタミンB₂ 適量注射によりラッテ腸管内葡萄糖吸収率は上昇する。この際その上昇率はビタミンB₂ 注射量に比例する。

3) ビタミンB₂ 適量注射によりラッテ腸管内ガラクトーゼ吸収率は上昇する。この際その上昇率はビタミンB₂ 注射量に比例する。

4) ビタミンB₂ 注射によりラッテ腸管内キシローゼ吸収率は影響をうけない。これはキシローゼの吸収機序が葡萄糖ガラクトーゼ等の6炭糖のそれとことなるためと思惟される。

終りにのぞみ、終始御懇篤な御指導御鞭撻を賜わり、かつ御校閲の労をいただいた恩師稲田教授に謹んで謝意を表します。なお御校閲をいただいた小坂、三上両教授に深謝します。

本論文は著者が稲田教授御指導のもとにおこなつた研究論文で、昭和16年脱稿、恩師に提出したままで第2次世界大戦に出征し、終戦後帰国のおくれたため校閲を受けた論文を受理する機会はないままであつた。その後紙上に発表する機会もなく放任していたが今回機会をえて小生に閲読の機会があたえられた。本論

文の内容はビタミン B₂ 代謝の面で重要であり、腸管吸収と附隣、6 炭糖と 5 炭糖の吸収機序の相違等にお注目すべき結論がもられているので、論文調製後相

当の日時を経過しているが、あえて論文掲載をすすめた次第である。

(岡山大学医学部第 1 内科教室教授 小坂淳夫)

主 要 文 献

- | | |
|---|---|
| 1) Schroeder : Z. ges. exper. Med., 101, 373, 1937. | 3) Ruhl & Thaddea : Deut. Arch. Klin. Med., 192, 656, 1938. |
| 2) 西岡 : 岡山医誌, 49年, 975, 昭和12. | 4) Hoff : Klin. Wschr., 17, 1535, 1938. |

The Influence of Vitamin B₂ and C Upon the Absorption of Several Kinds of Monosaccharide to the Intestinal Canal

Part 1 The Influence of Vitamin B₂ Upon the Absorption of Several Kinds of Monosaccharide to the Intestinal Canal

The First Department of Internal Medicine, Okayama Medical College
(Director : Prof. Susumu INADA)

Masuo MATSUMOTO

The author had the experiment infusing the several kinds of monosaccharide (glucose, xylose and galactose) to the intestinal canals of rats and investigating the influence of Vitamin B₂ upon the absorption of monosaccharide and obtained the following results:

1) The young animals have increased their weight by the injection of the proper quantity of Vitamin B₂. In this case, the rate of increase was proportionated to the quantity of injected Vitamin B₂.

2) Owing to the injection of the proper quantity of Vitamin B₂, the absorption index of glucose to the rat's intestinal canal became to rise. In this case, the rising rate was proportionated to the quantity of the injected Vitamin B₂.

3) Owing to the injection of the proper quantity of Vitamin B₂, the absorption index of galactose to the rat's intestinal canal became to rise. In this case, the rising rate was proportionated to the quantity of the injected Vitamin B₂.

4) The absorption index of xylose to the intestinal canal has no relation with the injection of Vitamin B₂. This can be said because the absorption of xylose (pentose) is difference with that of hexose as glucose, galactose and etc.