輸液・静脈栄養のお話

新潟大学消化器・一般外科
小山　諭

輸液とは

静脈内に液体を
投与すること

輸液の目的

経口・経腸では
足りないものを
仕方なく　補う

輸液で補うもの・目的

水・電解質バランス

栄養素

水・電解質液

1) 細胞外液補充液---Na+の濃度が細胞外液に近い (約 140 mEq/l)
ラクテック、Veen D、生理食塩水など

2) 開始液---Na+の濃度が生理食塩水の半分強 (約 90 mEq/l)
いわゆる1号液

3) 脱水補給液---開始液にK+を添加
いわゆる2号液

4) 維持液---Na+の濃度が生理食塩水の1/3 ~ 1/4 (35 ~ 50 mEq/l)
いわゆる3号液

5) 術後回復液---維持液のK+濃度を下げたもの
いわゆる4号液

血管内に投与しても安全な液は？

・生理食塩水（0.9%NaCl）

電解質濃度により等張液と低張液に分ける

等張液：電解質濃度　≒　正常血清浸透圧

低張液：電解質濃度　＜　正常血清浸透圧

・5%グルコース液

電解質を全く含まずに血清浸透圧と等張

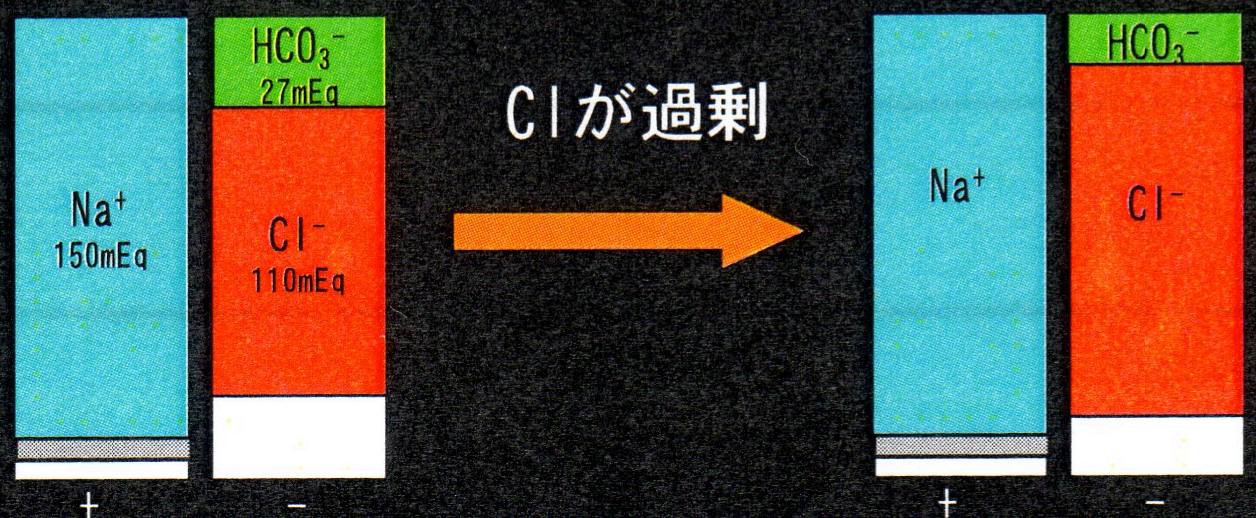
生理食塩水（0.9%NaCl）だけ輸液した場合は？

問題点１

1000mlでNaCl　9g
2000mlでNaCl 18g

→ NaCl過剰！！！

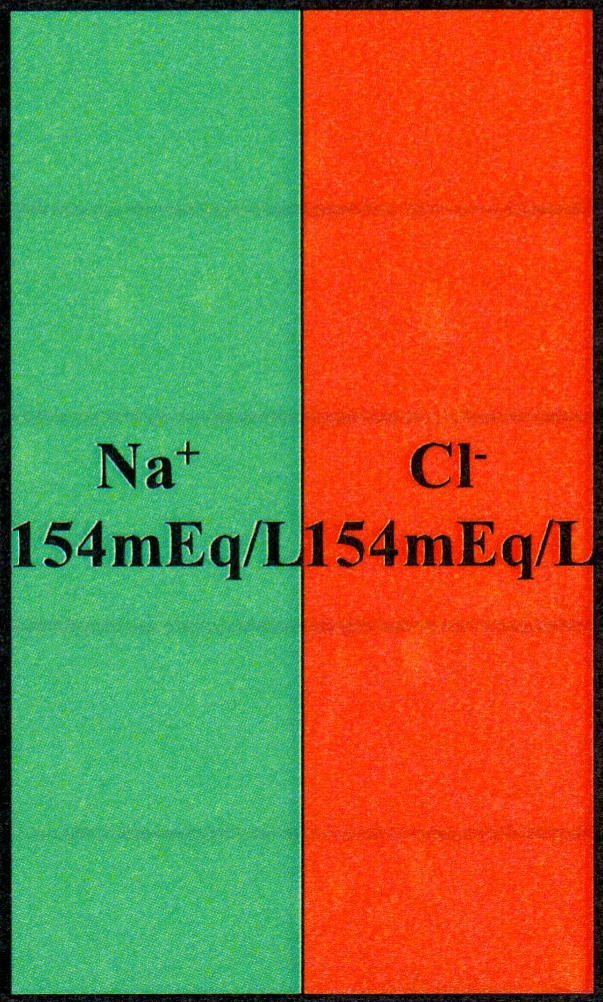
問題点2　NaとClが等量（154mEq/L）



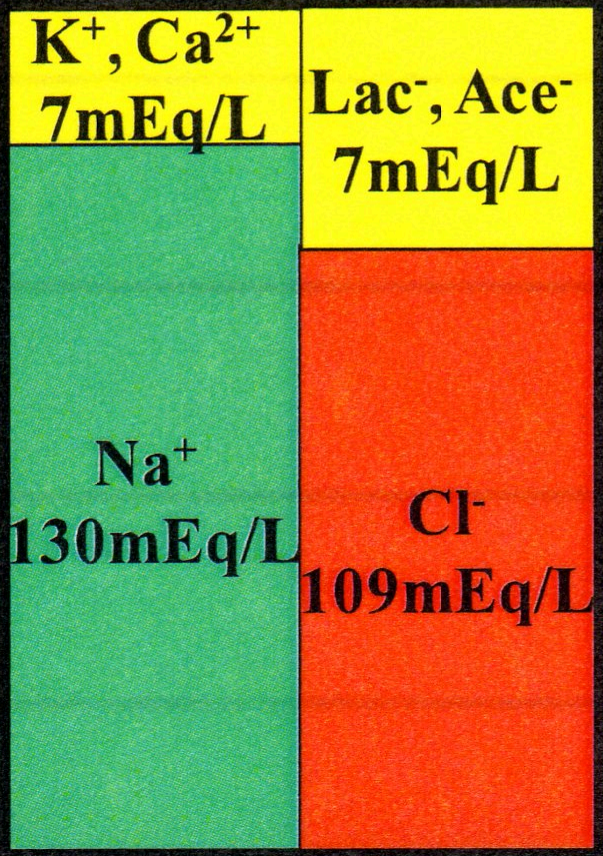
アシドーシス！

ラクテックなどは

生食: 154 mEq/L
= 140 mEq/L x 1.1



ラクテック, VeenF



ソリタＴ３とは

生食500ml
NaCl 4.5g

＋

5%グルコース
500ml

5%グルコース
500ml

5%グルコース
500ml

＝

ソリタＴ３　2000ml
Na 70mEq (35mEq/L)
Cl 70mEq (35mEq/L)
＋
K 40mEq (20mEq/L)

"輸液"の発展

1616 年　血液循環の概念 (William Harvey)
1666年　動物-ヒト間輸血 (Richard Lower)
1667年　ヒトへの静注 (J. D. Major)
1818年　ヒト-ヒト間輸血 (James Blundell)
1831年　コレラ患者への輸液 (Thomas Latta)
1843年　動物への糖質静注 (Claude Bernard)
1873年　コレラ患者へのミルクの静注 (Edward Hodder)
1887年　術後患者にグルコース静注 (Albert Lander)

- 投与経路の問題：皮下注 ⇨・ 静注
- 投与カロリーの問題
  - ▶ 低・中カロリー輸液
  - ▶ 高カロリー輸液

高カロリー輸液の発展

1911年　5%, 10%グルコース輸液 (Kausch)

1915年　イヌへの脂肪乳剤静注 (Murlin & Riche)

1937年　必須アミノ酸組成 (William Rose)

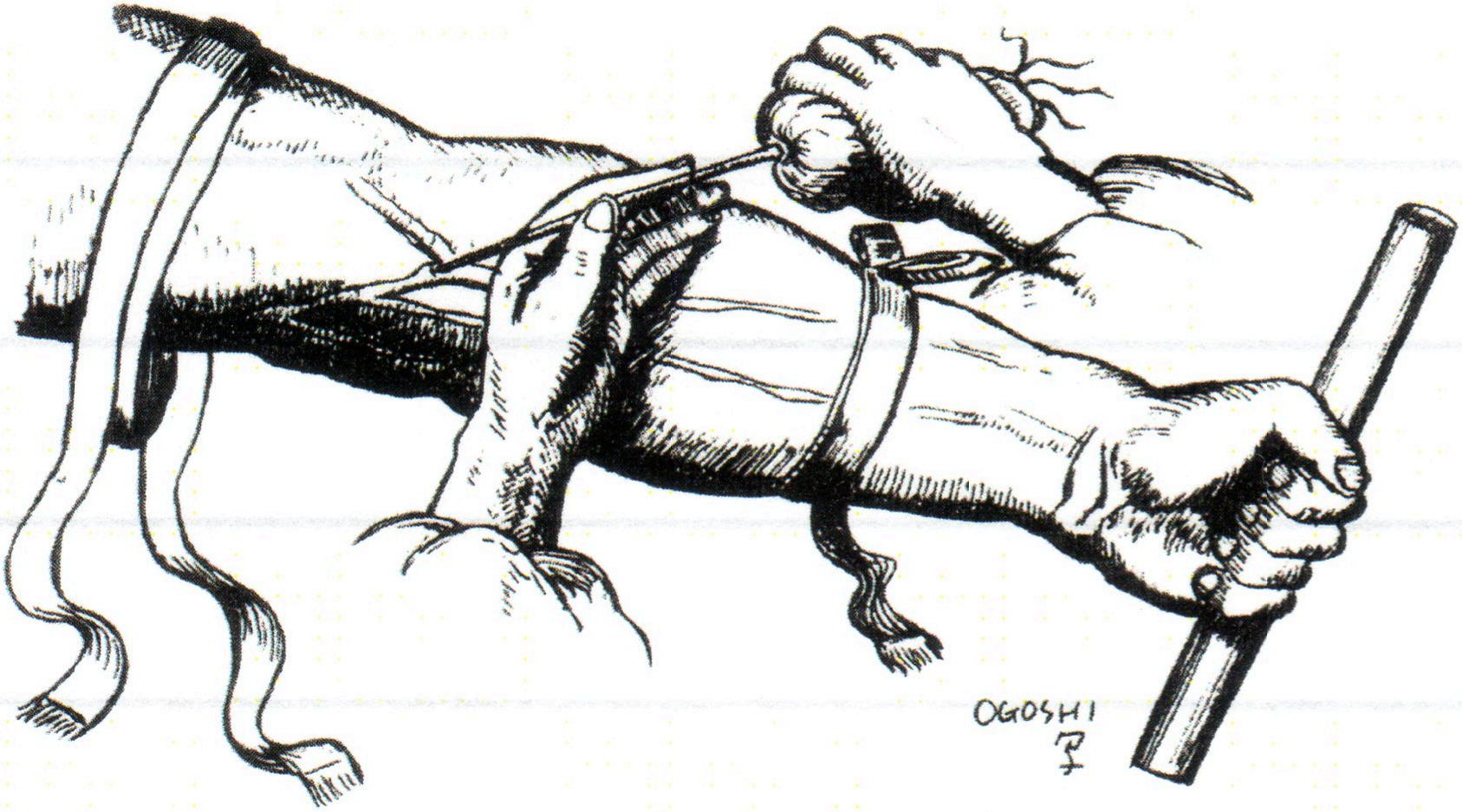
1945年　糖質・蛋白・脂質の静脈投与 (McKibbin)

1952年　鎖骨下静脈穿刺法 (Aubaniac)

1959年　非蛋白カロリー/窒素比 (F Moore)

1967年　イヌのTPN　(SJ Dudrick)

1968年　新生児のTPN　(DW Wilmore)



世界最初の静脈内注液の図

(Chirurgia Infusoria より)

蛋白喪失の影響

健常時　100%

筋肉量減少：骨格筋、心筋、？平滑筋

内臓蛋白減少：アルブミン、トランスフェリン、輸送蛋白

免疫能障害：リンパ球、多核白血球、補体、
抗体、急性相蛋白

除脂肪組織量
(lean body mass)

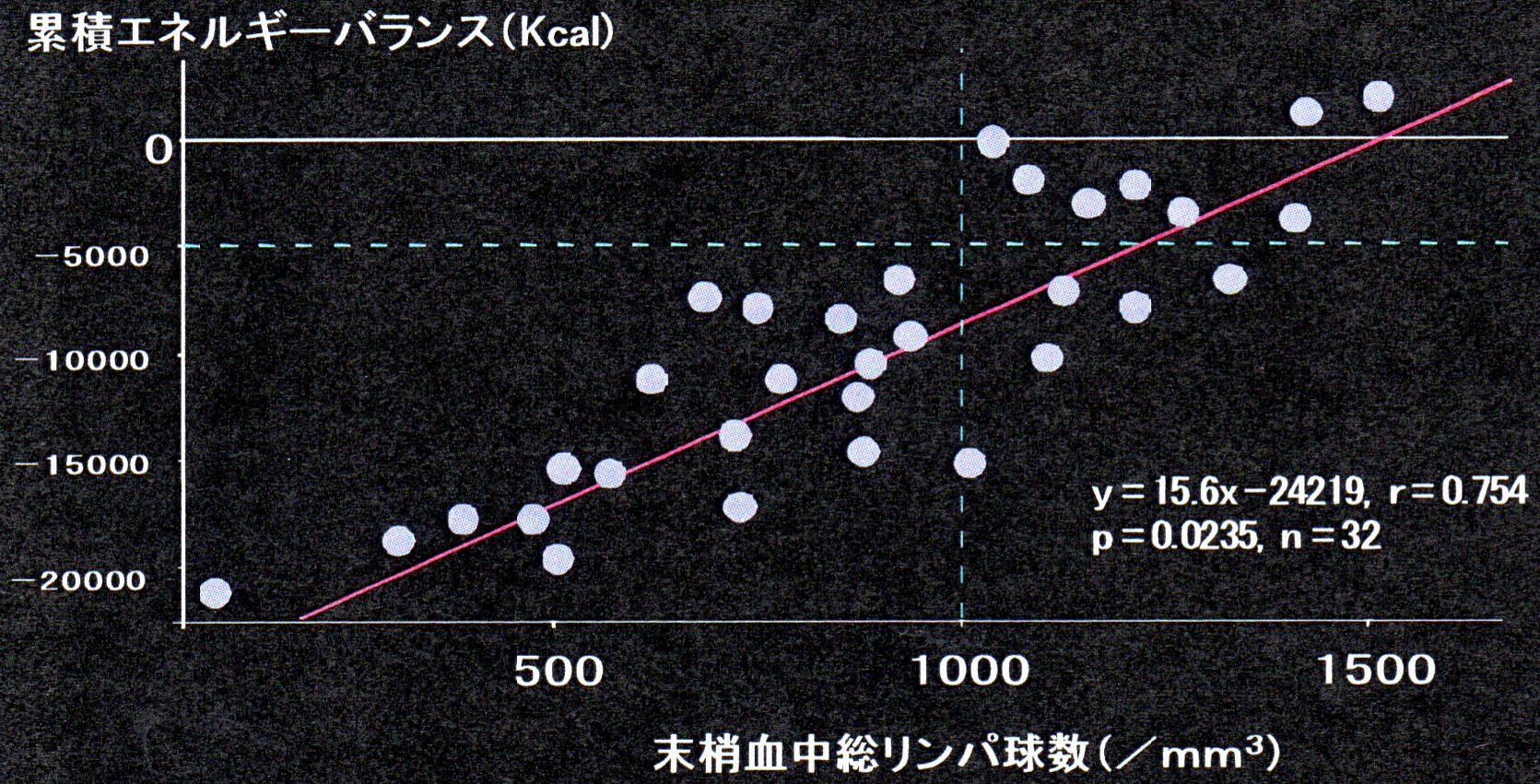
創傷治癒遅延：外傷への反応

臓器障害：腸、肝、心

生体適応の障害

Nitrogen death　70%

累積エネルギーバランスと末梢血中総リンパ球数



−1985年計測(20年前)−

ある病棟での風景

Aさん(54才、男性)は腹痛で１週間前に入院された。

入院時　身長165 cm,　体重50 kg

禁食で１週間末梢輸液が行われている。

ソリタ3号　４本：2000 ml(１本にネオラ3B 1A入っている)

これはOKですか？

ソリタ３号：グルコース4.3%
Na 35 mEq/l
K 20 mEq/l
Cl 35 mEq/l
乳酸 20 mEq/l

1000 mlではグルコース43g ➡ 172 kcal
Na 35 mEq
K 20 mEq

2000 mlではグルコース86 g ➡ 344 kcal
Na 35 mEq
K 20 mEq

患者さんは
点滴して栄養がついていると思っているが・・・

ソリタ３号は栄養輸液ではありません。

わずかな　グルコースと
電解質
しか含まれていない！

ソリタと同様の輸液製剤

ソリタ１号：ソルデム１号、KN1A、KN1Bなど

ソリタ２号：ソルデム２号、KN2A、KN2Bなど

ソリタ３号：ソルデム３号、ソルデム４号、フィジオ35、アクチット、KN3A、KN3Bなど

ソリタ４号：ソルデム５号、KN4A、KN4Bなど

例えば

ソリタ３号1000 ml＋アクチット500 ml＋ラクテック500 ml

↓

272 kcalしかありません！

では　アミノフリード1000 mlでは？

アミノフリード：グルコース7.5％
Na 35 mEq/l
K　20 mEq/l
アミノ酸　3.0％

1000 ml ：　グルコース 75 g ➡ 300 kcal
アミノ酸　30 g ➡ 120 kcal
} 420 kcal

2000 ml ：　グルコース 150 g ➡ 240 kcal
アミノ酸　60 g ➡ 240 kcal
} 840 kcal

これで十分なの？？？

50 kg x 30 kcal/kgとすると

1500 kcal　必要！

アミノフリードだけでは
カロリーが　1500 - 840 = 660 kcal 足りない！

アミノ酸（蛋白質）は　1.0 g/kg x 50 kg = 50 g必要とすると、
60 g なので足りている。

足りない約600 kcalをどうするか？？

これが１０日間続けば、660 kcal/日 x 10日
＝ 6600 kcalの赤字！！！

A. 必要エネルギー:

1) 基礎エネルギー消費量 (basal energy expenditure: BEE)

Harris-Benedictの式 (kcal/day)

BEE (男性) =66.5 + (13.7 x Wt) + (5 x Ht) − (6.8 x A)

BEE (女性) =665 + (9.6 x Wt) + (1.7 x Ht) − (4.7 x A)

Wt: Weight (kg)　Ht: Height (cm)　A: Age (years)

総エネルギー消費量 (total energy expenditure: TEE)

= BEE x ストレス因子 (傷害因子) x 活動因子

ストレス因子	
低侵襲	1.0
中等度侵襲	1.2~1.3
高度侵襲	1.3 ~1.5

活動因子	
寝たきり	1.1
ベッド上安静	1.2
歩行	1.3

2) 概算: 25 ~ 30 kcal/kg x 体重

B. 蛋白質（アミノ酸）必要量の算出

蛋白質(アミノ酸)必要量 (g/day) =

健常時	0.8〜1.0			
侵襲時				
軽　度	1.1〜1.3	(g/kg)	x	体重 (kg)
中等度	1.3〜1.5			
高　度	1.5〜2.0			

C. 脂質投与量の決定

脂質投与量 ＝TEEの20~30%

D. 糖質投与量の決定

糖質(グルコース)投与量

＝ TEE − (アミノ酸投与カロリー) − (脂質投与カロリー)

水分

30 ~ 40 ml/kg x 体重

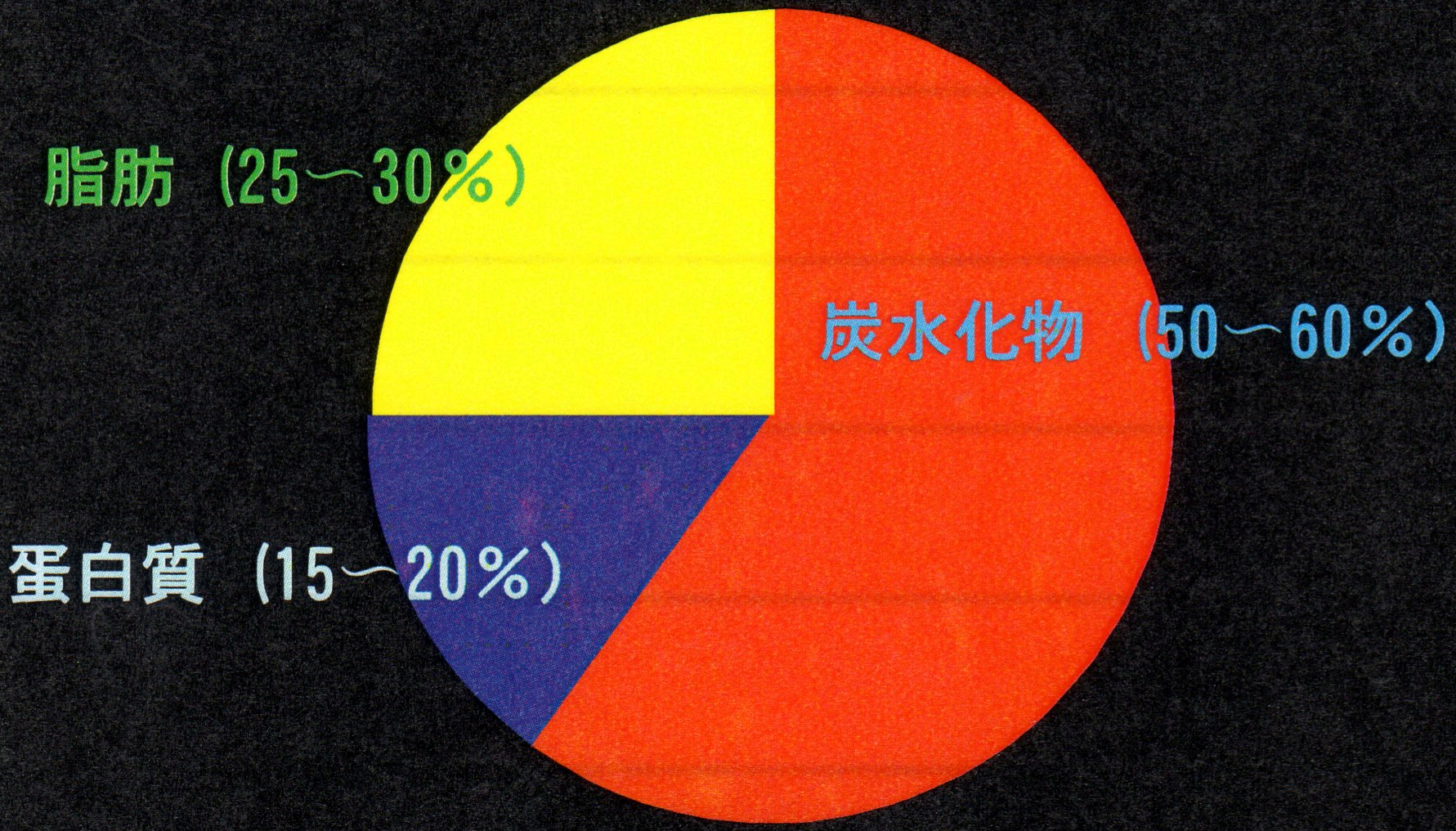
電解質

Na: 2~3 mEq/kg、 100~260 mEq/日

K : 1~2 mEq/kg、 60~120 mEq/日

Cl : 2~3 mEq/kg

栄養源の内訳



ちなみに先ほどの患者さんを Harris-Benedictの式(kcal/day) で計算してみると・・・

BEE（男性）= 66.5 + (13.7 x Wt) + (5 x Ht) − (6.8 x A)

= 66.5 + (13.7 X 50) + (5 X 165) − (6.8 X 54)

= 66.5 + 685 + 825 − 367.2

= 1209.3 kcal

活動係数　1.3　　ストレス係数　1.1　とすると

TEE（男性）= 1209.3 x 1.3 x 1.1

= 1729.299 kcal

が必要！

糖　質:

グルコース

最低100~150 g/日は必要
非蛋白カロリーの60-70 %
投与速度：5 mg/kg/min 以下

グルコース１ｇ　→　４ kcal

蛋白（アミノ酸）

0.8 ~ 2.0 g/kg/日
総投与カロリーの20 %

非蛋白カロリー/N 比：150

アミノ酸1g → 4 kcal

演習問題

（１）70%グルコース1000 ml中に

グルコースは____ g、従って____ x __ = _____ kcal

(2) アミゼット10 (10%アミノ酸液) 400 ml中に

アミノ酸は____ g、従って____ x __ = _____ kcal

(3) PNツイン１号：1000 ml中にグルコース120 gとアミノ酸20 g

グルコースは____x __ = _____ kcal

アミノ酸は____ x __ = _____ kcal

したがって、合計_____ + _____ = _____ kcal

？素朴な疑問？

Question 1----どんな人でも同じ内容でいいの？

40才、男性、身長170cm、体重70kg

80才、女性、身長145cm、体重40kg

Question 2----どんな状態でも同じカロリーでいいの？

40才、男性、身長170cm、体重70kg、重傷交通外傷

80才、女性、身長145cm、体重40kg、内科疾患

Question 3----栄養素の組成はこれでいいの？

グルコース

アミノ酸

etc

必要カロリーの面から

40才、男性、身長170cm、体重70kg、重傷交通外傷

BEE = 1603.5 kcal、 活動係数 1.1、ストレス係数 1.5　とすると
TEE = 1603.5 x 1.1 x 1.5 = 2647 kcal

80才、女性、身長145cm、体重40kg、内科疾患

BEE = 910 kcal、 活動係数 1.3、ストレス係数 1.1　とすると
TEE = 910 x 1.3 x 1.1 = 1301 kcal

アミノ酸必要量の面から

40才、男性、身長170cm、体重70kg、重傷交通外傷

アミノ酸必要量1.5 g/kg/日とすると

1.5 (g/kg /日) x 70 (kg)

= 105 g /日 (420 kcal)

80才、女性、身長145cm、体重40kg、内科疾患

アミノ酸必要量1.2 g/kg/日とすると

1.2 (g/kg /日) x 40 (kg)

= 48 g /日 (192 kcal)

耐糖能の面から

40才、男性、身長170cm、体重70kg、重傷交通外傷

グルコース許容量4 mg/kg/minとすると

4 (mg/kg/min) x 70 (kg) x 60 (min) x 24 (hr)

= 403000mg

= 403 g

80才、女性、身長145cm、体重40kg、内科疾患

グルコース許容量5 mg/kg/minとすると

5 (mg/kg/min) x 40 (kg) x 60 (min) x 24 (hr)

= 288000mg

= 288 g

栄養素のバランスの面から

A社キット製剤 2000ml

総カロリー	: 1640 kcal		
グルコース	: 1400 kcal	(350 g)	85 %
アミノ酸	: 240 kcal	(60 g)	15 %

脂肪が全然入りません!!!

我々が普段の食生活で、

脂肪を全く取らない日はありますか？

高カロリーキット製剤	○○1号	○○2号	○○3号
総量 (ml)	1000	1100	1200
グルコース (g)	120	180	250
アミノ酸 (g)	20	30	40

アミノ酸製剤	10%	12%
アミノ酸 (g/100 ml)	10	12

40才、男性、身長170cm、体重70kg、重傷交通外傷の場合

BEE = 1603.5 kcal、 活動係数 1.1、ストレス係数 1.5　とすると

TEE = 1603.5 x 1.1 x 1.5 = 2647 kcal、アミノ酸必要量 (1.5 g/kg/日)

アミノ酸　→ 420 kcal → 105 g　→ 16 %

脂肪　→ 600 kcal → 20% イントラ3本　→ 23 %

グルコース　→ 1530 kcal → 383 g　→ 59 %

○○1号＋ ○○3号（総量 2200 ml、グルコース 370 g、アミノ酸 60 g

＋

10 %アミノ酸製剤 450 ml（アミノ酸 45 g）

＋

20% イントラ 300 ml（100 ml x 3 本）

NPC/N比 = 2103/ (105/6.25)

=127

80才、女性、身長145cm、体重40kg、内科疾患の場合

BEE = 910 kcal、 活動係数 1.3、ストレス係数 1.1　とすると
TEE = 1301 kcal、アミノ酸必要量 (1.2 g/kg/日)

アミノ酸　→　192 kcal → 48 g　→ 7 %
脂肪　→　390 kcal → 20% イントラ2本　→ 30 %
グルコース　→　818 kcal → 204 g　→ 63 %

○○3号（総量 1200 ml、グルコース 250 g、アミノ酸 40 g）

＋

10 %アミノ酸製剤 200 ml（アミノ酸 20 g）

＋

20% イントラ 200 ml（100 ml x 2 本）

グルコースを204g入れるためには、
1400ml
x 204/250
= 1142 ml
(47.6 ml/hr)

この時に入るアミノ酸は、
60 x 204/250
= 49 g

NPC/N比 = 1208/ (49/6.25) =154