看護師特定行為研修　フォローアップセミナー

水･電解質･栄養管理のための基礎知識

看護師特定行為研修センター
土井 松幸

2022年9月16日

本セミナーのテーマ

1. 水分の管理（循環血液量・酸素供給）

2. 電解質の管理

3. 栄養の管理

1. 水分の管理

循環血液量・酸素供給

何故、脱水を補正？？？？

循環血液量 ↓

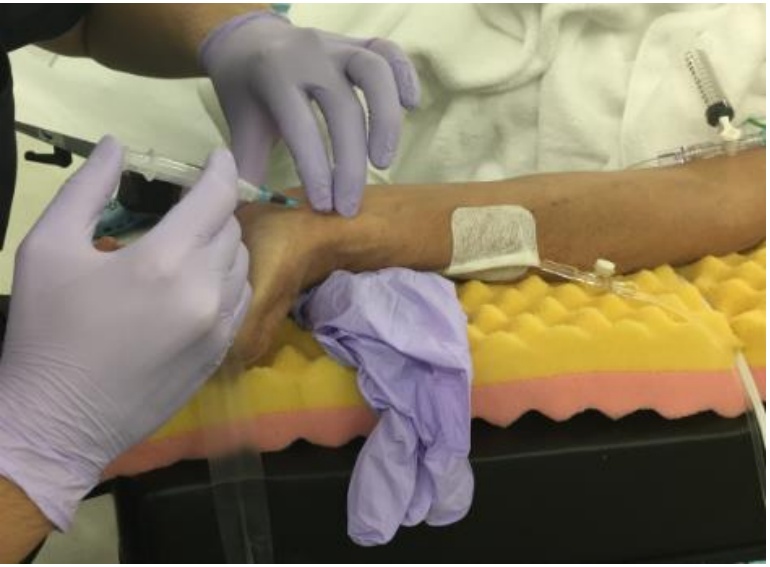
一回拍出量 ↓

心拍出量 ↓　　酸素供給量 ↓

血圧 ↓　　心拍数 ↑

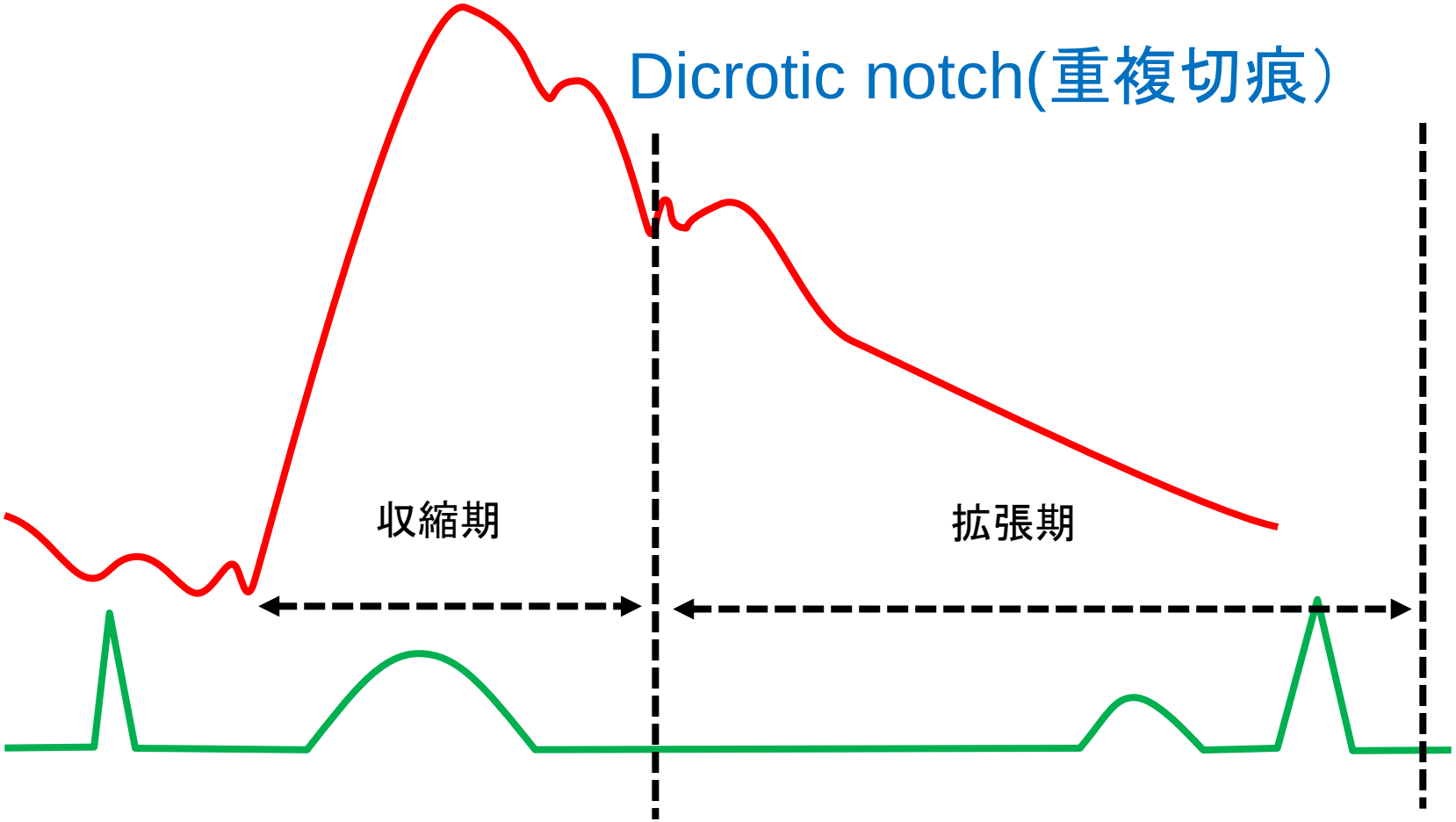
動脈血圧測定法

1. 観血的(直接)動脈圧測定法



動脈圧波形

平均動脈圧：圧波形を積分した平均



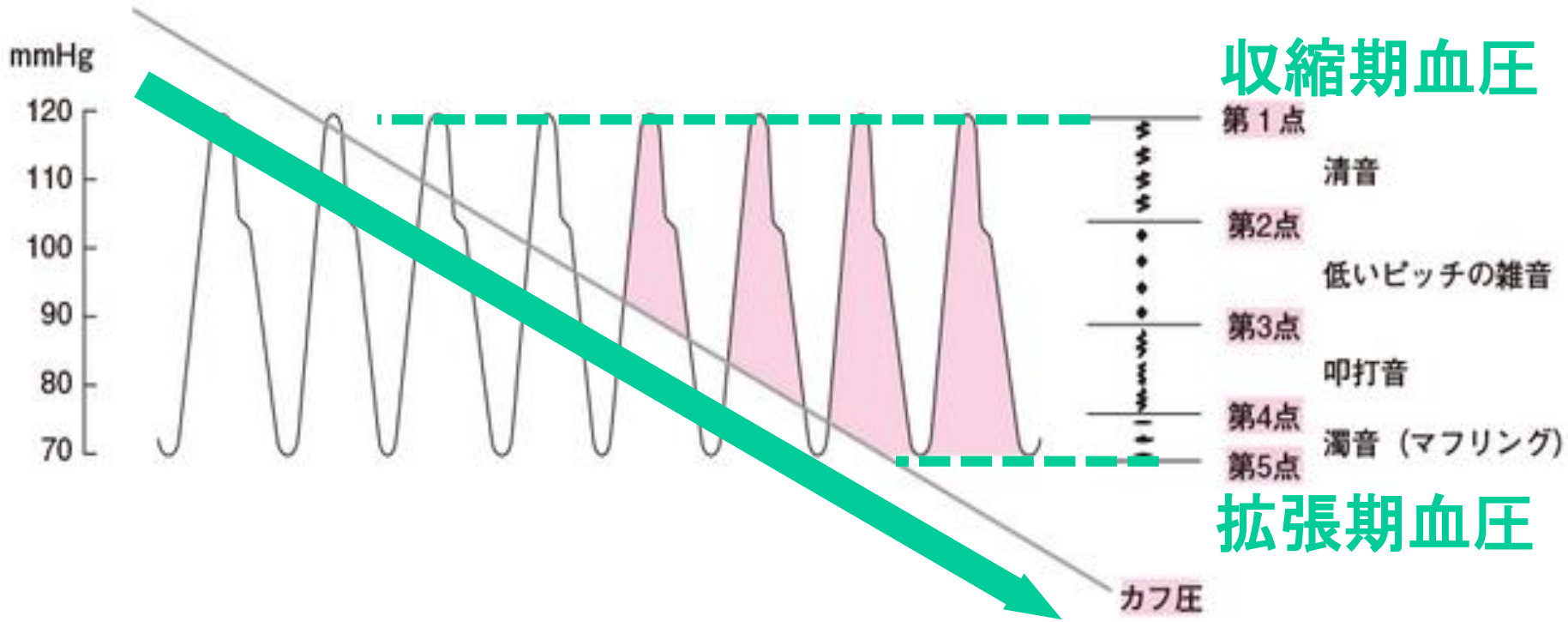
2. コロトコフ音

1905年

ロシアの外科医ニコライ・コロトコフ

日露戦争で従軍中に、血管音を聴診器で聞き取り血圧を測定する方法を発見

初めて拡張期血圧が認識された。



平均動脈圧：圧波形を三角形に近似

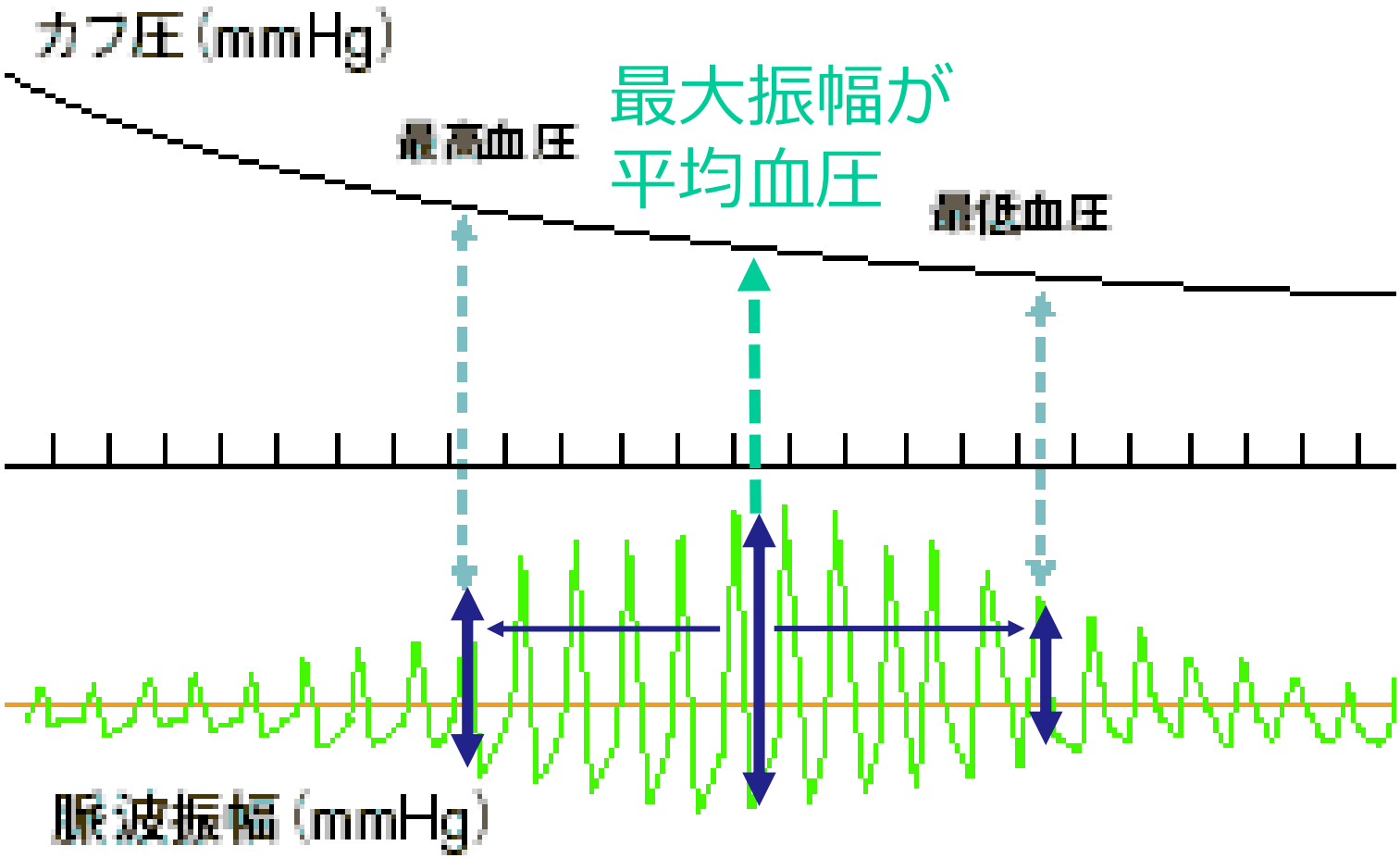
平均動脈圧 = 拡張期血圧 + 1/3（収縮期血圧-拡張期血圧）

3. オシロメトリ法（振動測定法）

動脈の脈動によって生じるカフ内圧の振動を用いる

平均動脈圧：　動脈の振動が最大

オシロメトリ法（振動測定法）



動脈血圧の評価

収縮期血圧：直接血圧 > オシロメトリ法 = コロトコフ音

平均動脈圧：どの測定法でも一致

60 mmHg 以上　脳血流安定

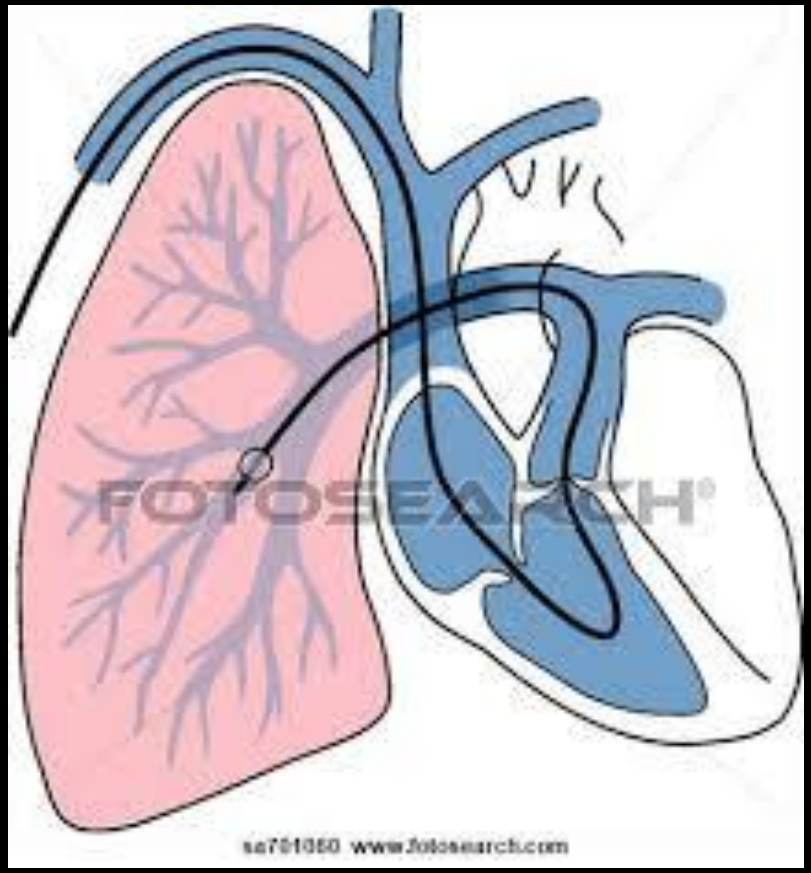
80 mmHg 以上　腎血流安定

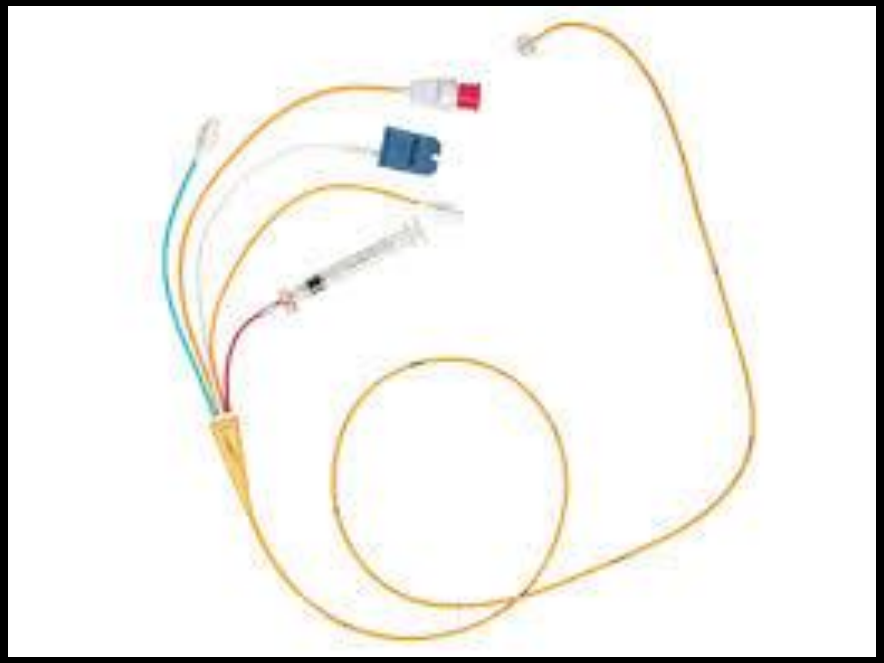
動脈血圧が正常でも、臓器血流が不足する場合がある

肺動脈カテーテル

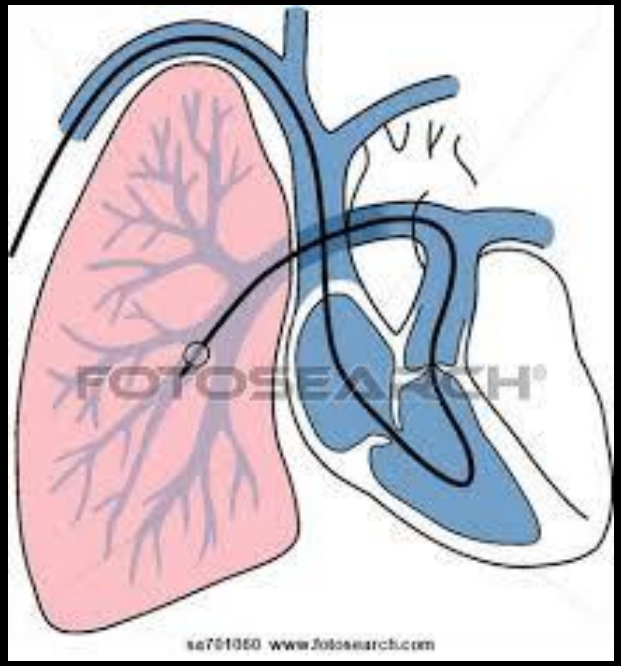
Swan-Ganz カテーテル

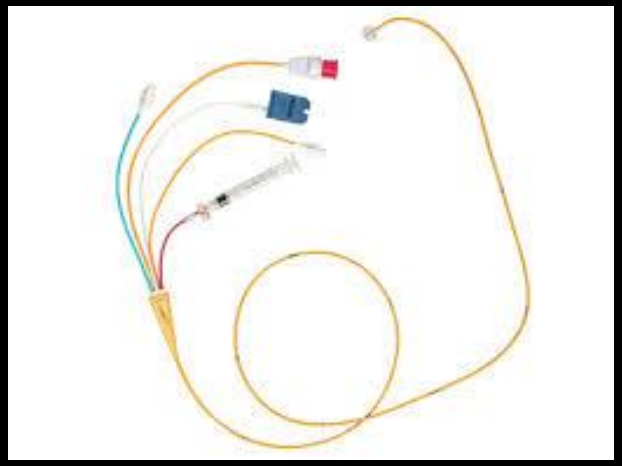
肺動脈カテーテル





肺動脈カテーテル


FOTOSEARCH
se701060 www.fotosearch.com



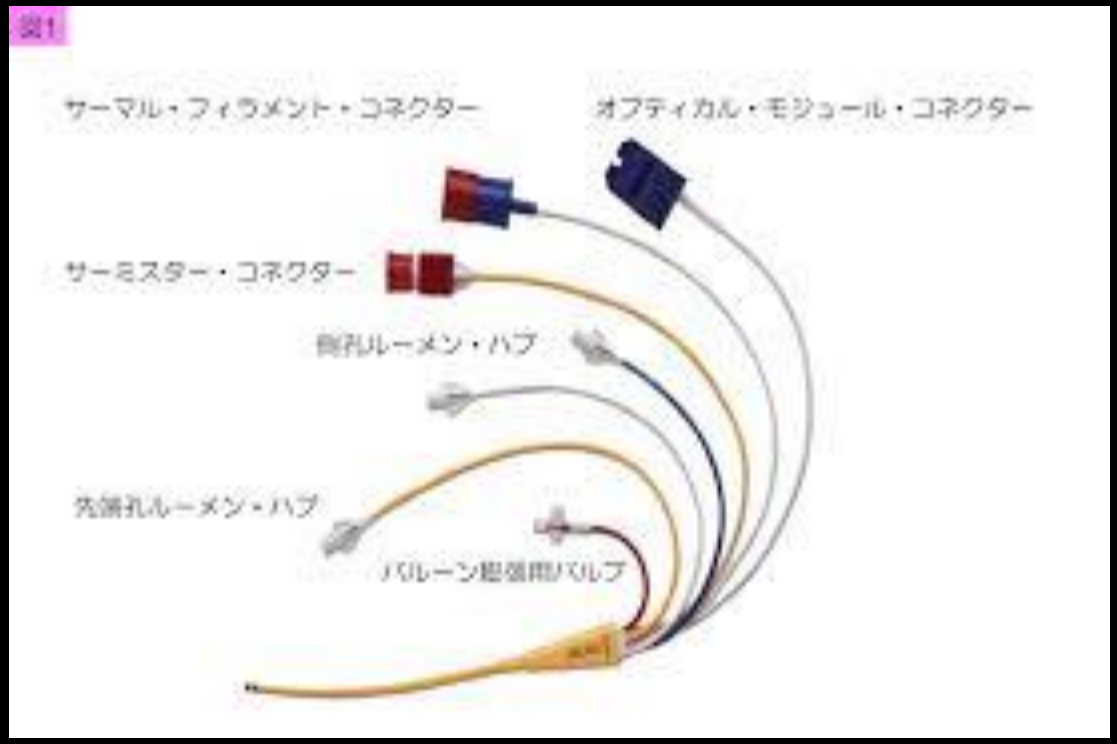


図1
サーマル・フィラメント・コネクター
オプティカル・モジュール・コネクター
サーミスター・コネクター
側孔ルーメン・ハブ
先端孔ルーメン・ハブ
バルーン拡張用バルブ

肺動脈カテーテルで測定

前負荷の指標：　CVP（中心静脈圧）

PCWP（肺動脈楔入圧）

PAPd（肺動脈拡張期圧）

心拍出能力：　CO（心拍出量）

CIndex（心係数）

酸素受給：　SvO_2（肺動脈血酸素飽和度）

肺動脈血圧 (S/D/M)

中心静脈圧(M)

肺動脈血酸素飽和度 (SvO2)

心拍出量

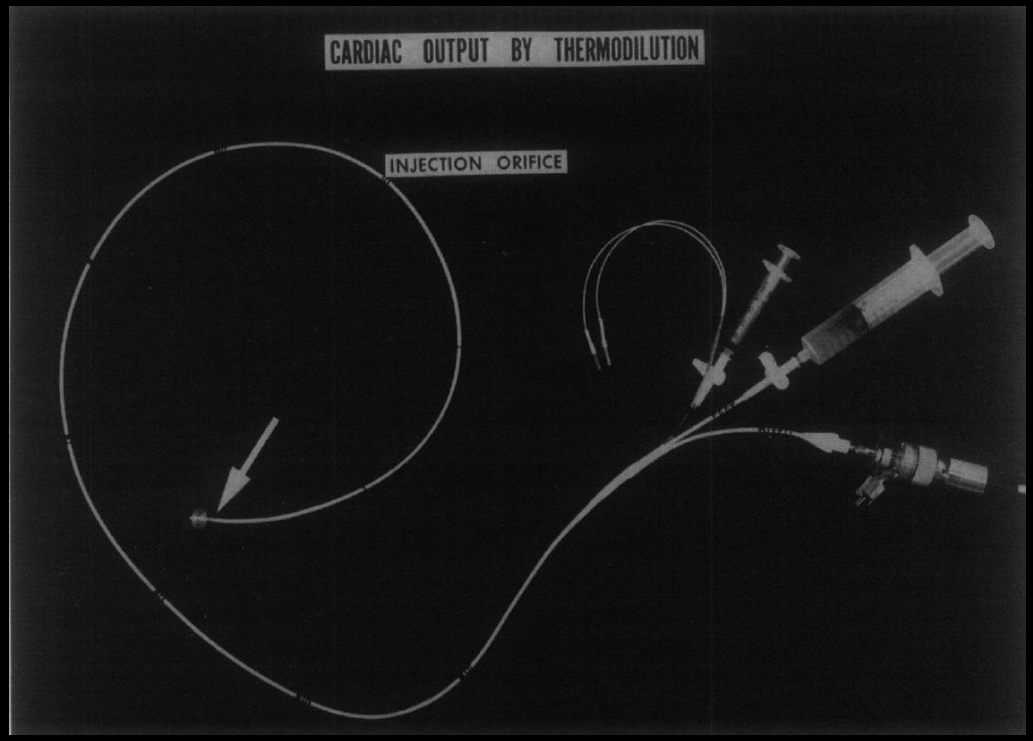
体温（血液温）

Thermodilution cardiac output determination with a single flow-directed catheter

American Heart Journal
March, 1972 Vol. 83, No. 3, pp. 306-311

James S. Forrester, M.D.
William Ganz, M.D.
George Diamond, M.D.
Thomas McHugh, M.D.
David W. Chonette, M.S.
H. J. C. Swan, M.D., Ph.D.

From the Department of Cardiology, Cedars-Sinai Medical Center and the Department of Medicine, University of California at Los Angeles,

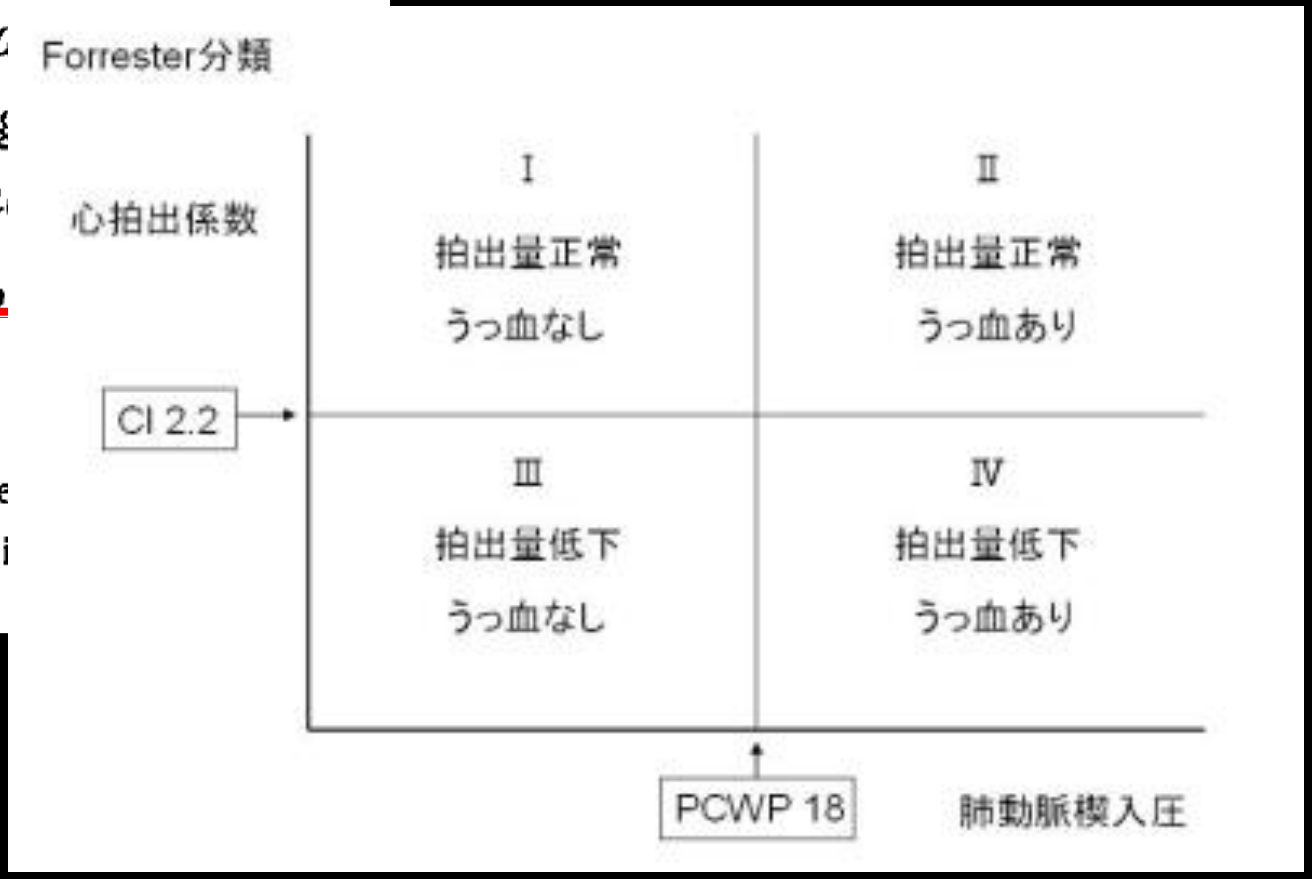


Thermodilution cardiac output determination with a single flow-directed catheter

American Heart Journal
March, 1972 Vol. 83, No. 3, pp. 306-311

James S. Forrester, M.D.
William Ganz, M.D.
George Diamond
Thomas McHug
David W. Chon
H. J. C. Swan,

From the Department
Cedars-Sinai Medical
the Department of Me
University of Californi



肺動脈カテーテルで酸素バランスの評価

前負荷の指標：　CVP（中心静脈圧）

PCWP（肺動脈楔入圧）

PAPd（肺動脈拡張期圧）

心拍出能力：　CO（心拍出量）

CIndex（心係数）

酸素受給：　SvO_2（肺動脈血酸素飽和度）

SaO_2 とHgb の値を追加

酸素需給バランスの評価

酸素運搬能力は

血圧でなく血流量（心拍出量）に依存

酸素含量 (Oxygen Content)

1.34 X Hgb (g/dl) X S_{O_2}	約 20 ml/dl (約 200 ml/l)
0.003 x P_{O_2}	約 0.3 ml/dl (約 3 ml/l)

酸素含量

sO2	97.7	%
オキシメトリ値		
Hct,c	32.3	%
ctHb	10.5	g/dL
FO2Hb	95.1	%
FCOHb	1.4	%
FHHb	2.2	%
FMetHb	1.3	%

1.34 X Hgb (g/dl) X SO_2

1.34 X 10.5 (g/dl) X 0.977

酸素状態		
ctO2,c	14.2	mL/dL

酸素供給量(Oxygen Delivery)

$\dot{D}O_2$ (ml/min) =
酸素含量(ml/l) x 心拍出量 (l/min)

200 ml/l x 5 l/min = 1000 ml/min

低酸素血症
貧血

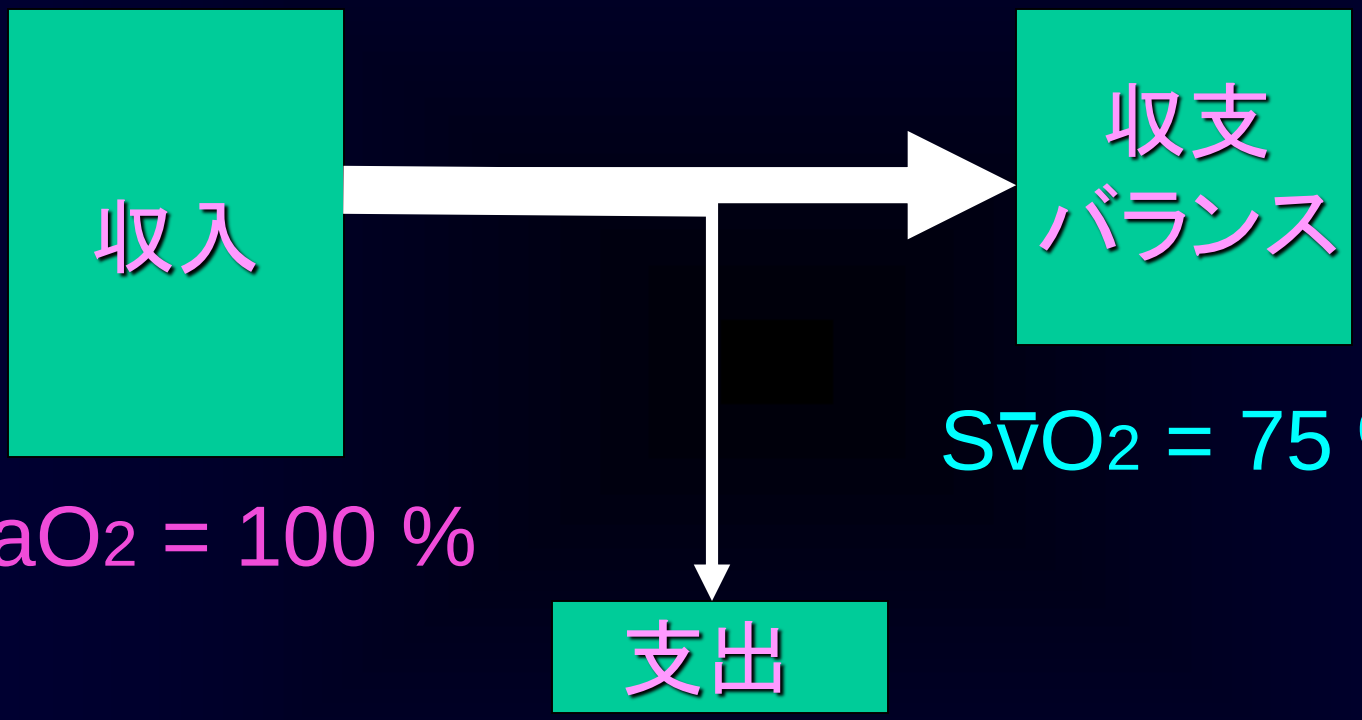
低心拍出量

酸素供給量

1000 ml/min

右心房に還流する
酸素の量

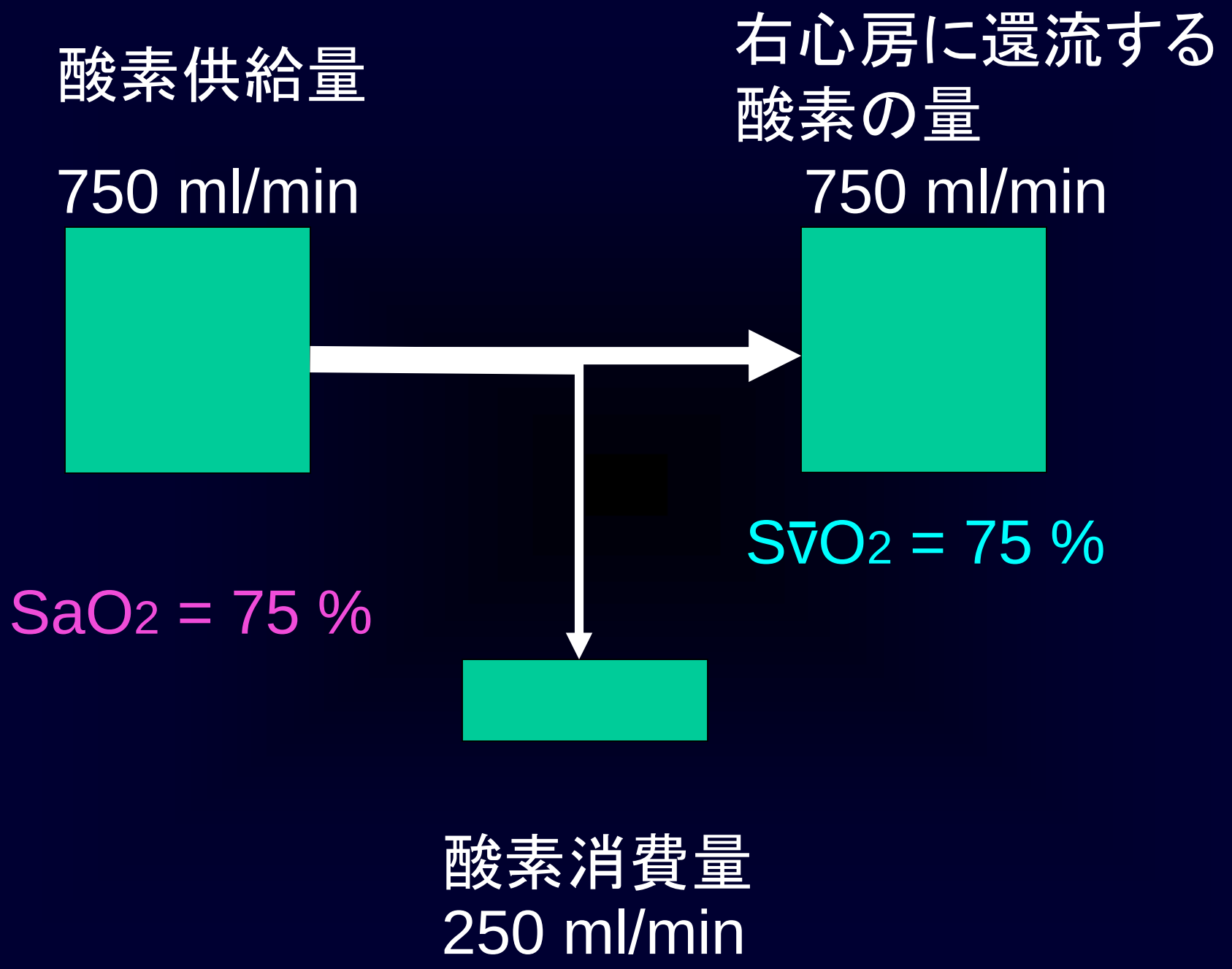
750 ml/min



SaO_2 = 100 %

$S\bar{v}O_2$ = 75 %

酸素消費量
250 ml/min

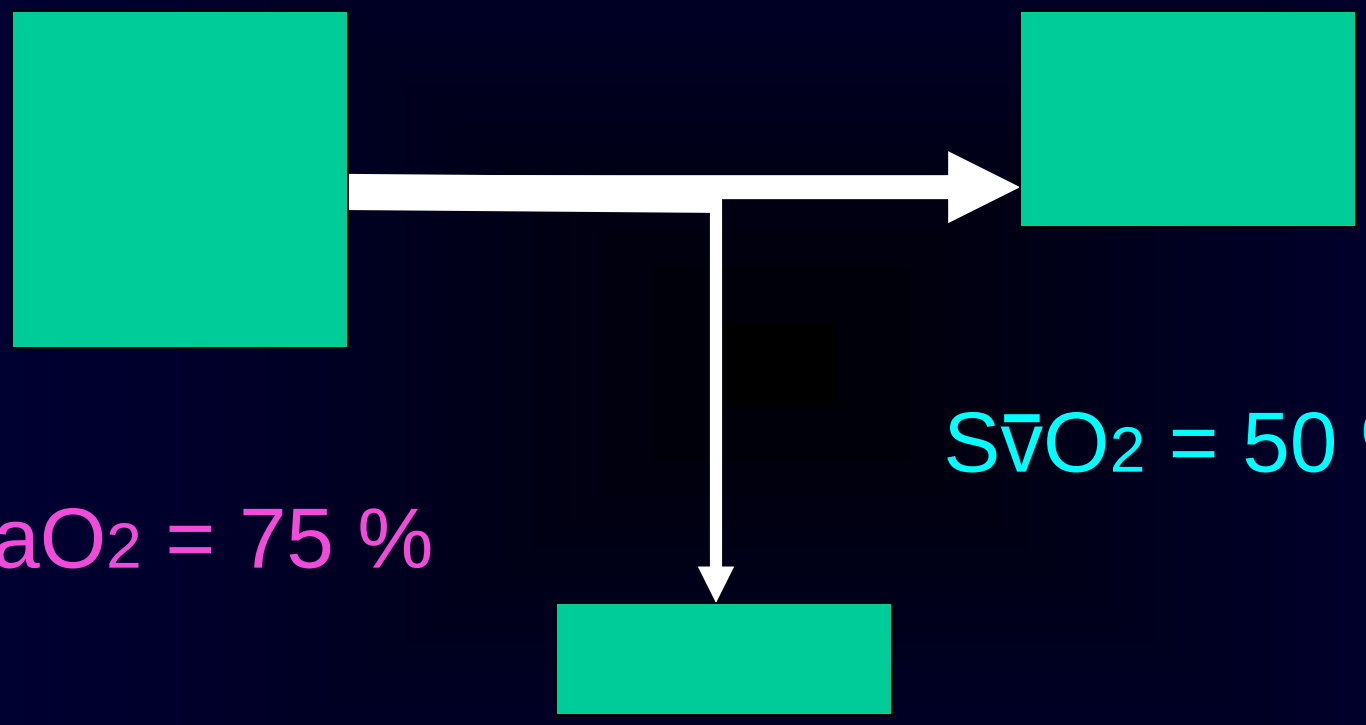

酸素供給量
750 ml/min
右心房に還流する
酸素の量
750 ml/min
$S\bar{v}O_2$ = 75 %
SaO_2 = 75 %
酸素消費量
250 ml/min

酸素供給量

750 ml/min

右心房に還流する酸素の量

500 ml/min



$S\bar{v}O_2$ = 50 %

SaO_2 = 75 %

酸素消費量

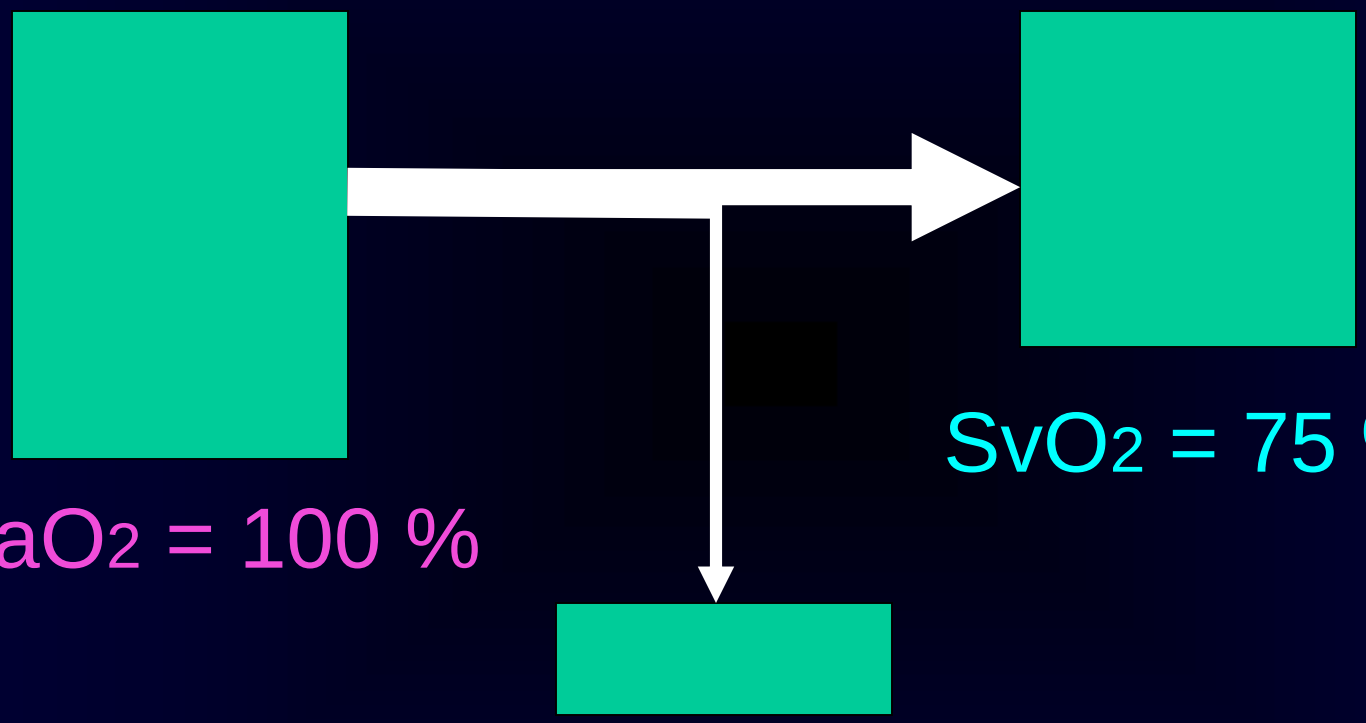
250 ml/min

酸素供給量

1000 ml/min

右心房に還流する
酸素の量

750 ml/min



SaO_2 = 100 %

SvO_2 = 75 %

酸素消費量
250 ml/min

酸素供給量

500 ml/min

右心房に還流する
酸素の量

750 ml/min

SvO_2 = 75 %

SaO_2 = 100 %

(Hgb低下，CO減少）

酸素消費量

250 ml/min

酸素供給量

500 ml/min

右心房に還流する酸素の量

250 ml/min

SvO_2 = 50 %

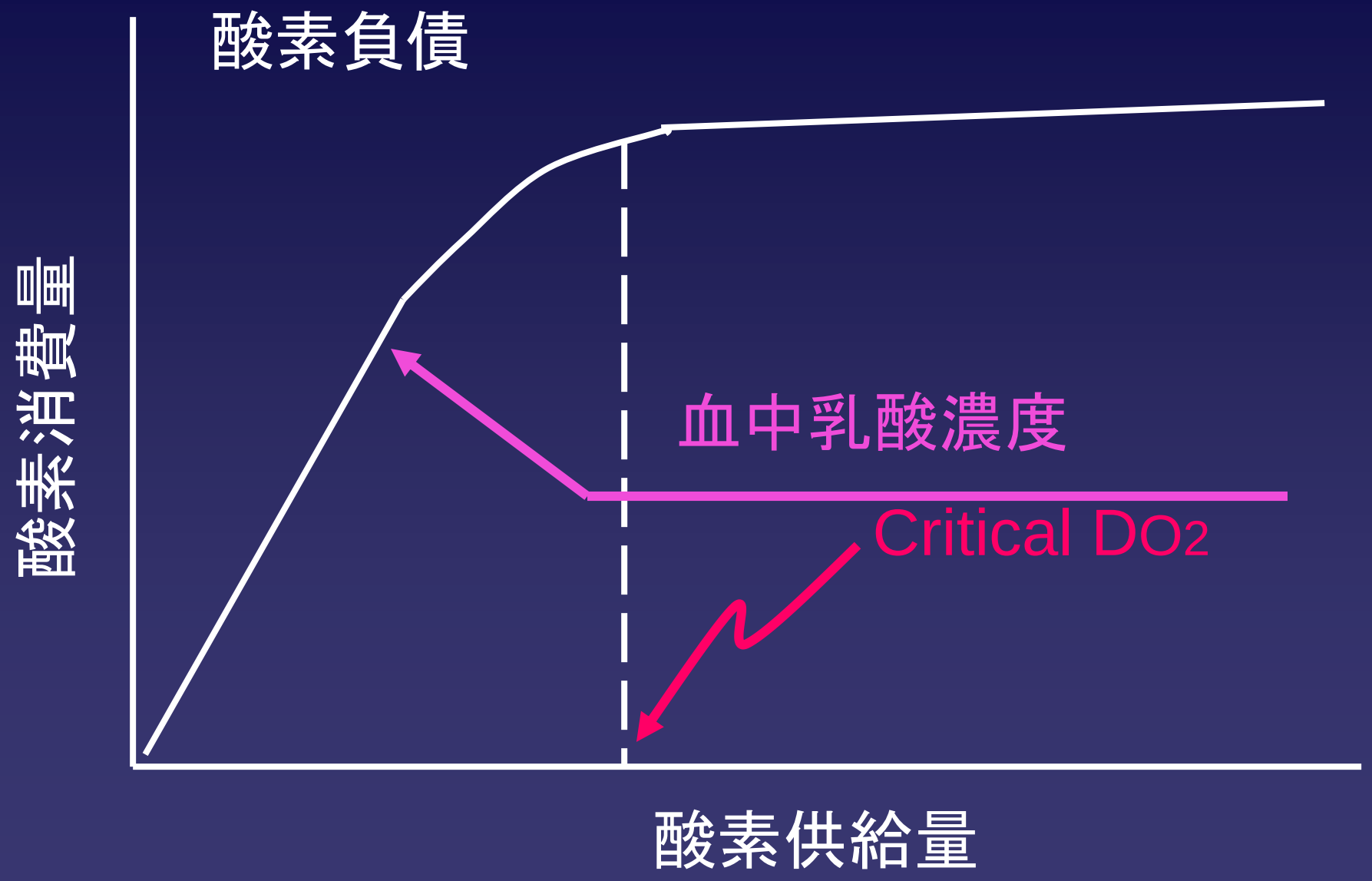
SaO_2 = 100 %

(Hgb低下，CO減少）

酸素消費量

250 ml/min

酸素供給量と酸素消費量



組織低酸素症

乳酸 (mM/l)	重症度	死亡率
＜2.5	正常	
2.5 －4.9	軽症	25–35 %
5.0 －9.9	中等症	60–75 %
10＞	重症	＞95 %

酸素消費量 (Oxygen Consumption)

低体温

麻酔（鎮静）

正常 (200 – 250 ml/min)

交感神経刺激

発熱

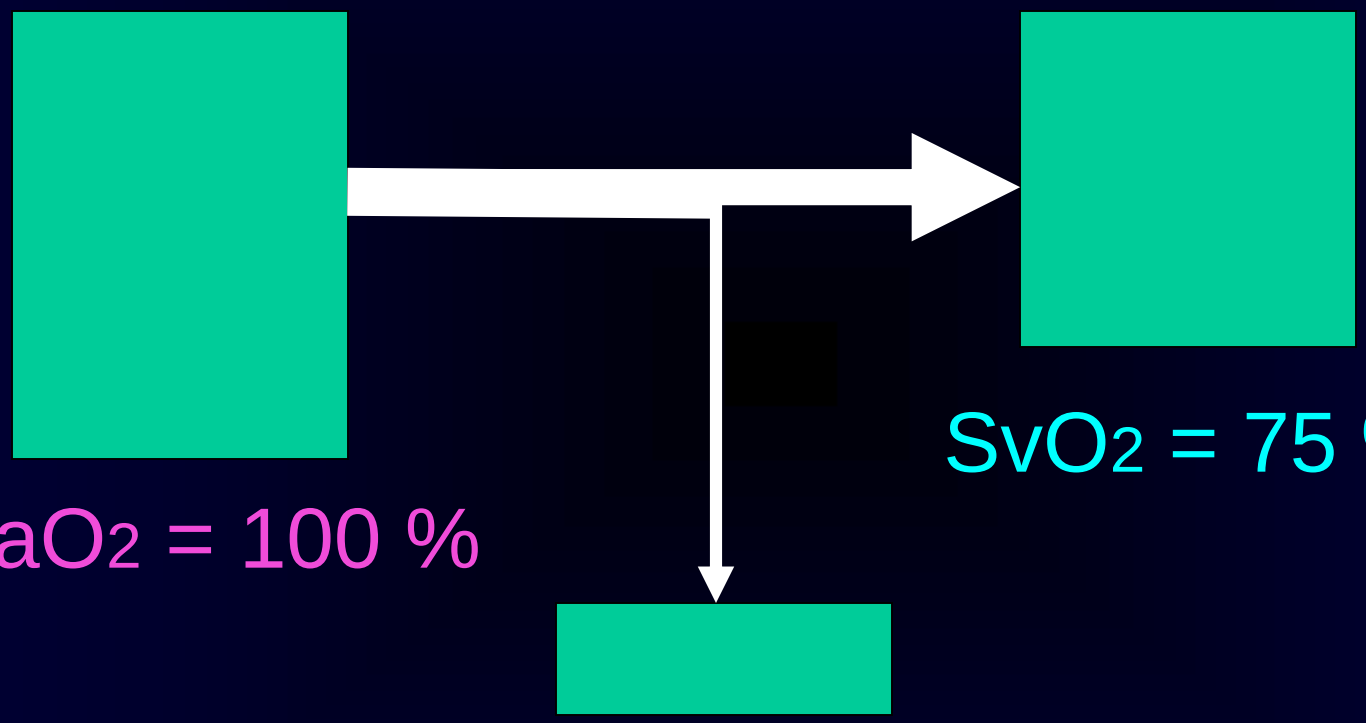
シバリング

酸素供給量

1000 ml/min

右心房に還流する
酸素の量

750 ml/min



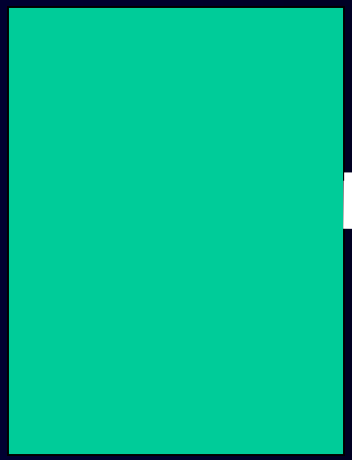
SaO_2 = 100 %

SvO_2 = 75 %

酸素消費量
250 ml/min

酸素供給量

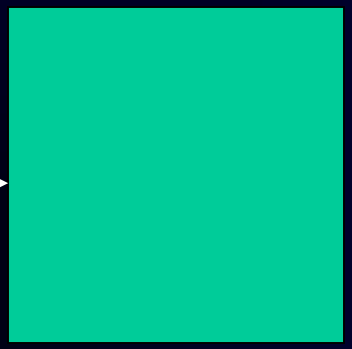
1000 ml/min



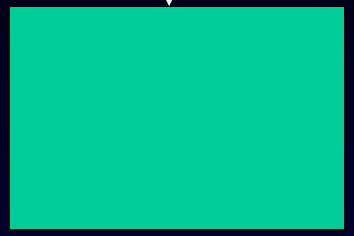
SaO_2 = 100 %

右心房に還流する酸素の量

750 ml/min



SvO_2 = 75 %

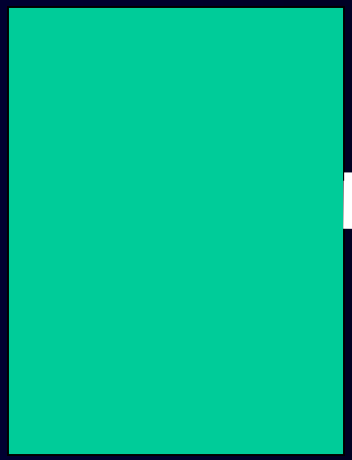


酸素消費量

500 ml/min

酸素供給量

1000 ml/min

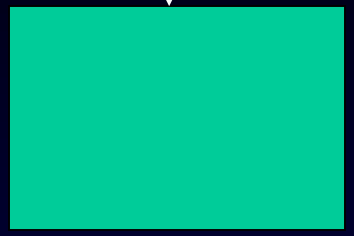


SaO_2 = 100 %

右心房に還流する酸素の量

500 ml/min

SvO_2 = 50 %



酸素消費量

500 ml/min

組織酸素化の評価法

1) 混合静脈血酸素飽和度 ($Sv0_2$)

酸素の需要と供給のバランスを示す

2) 血液乳酸濃度

好気性代謝の障害を示す

脱水補正による治療効果

前負荷増大による心拍出量増加

必要に応じて

ヘモグロビン増量：赤血球輸血

心収縮力増強：強心薬

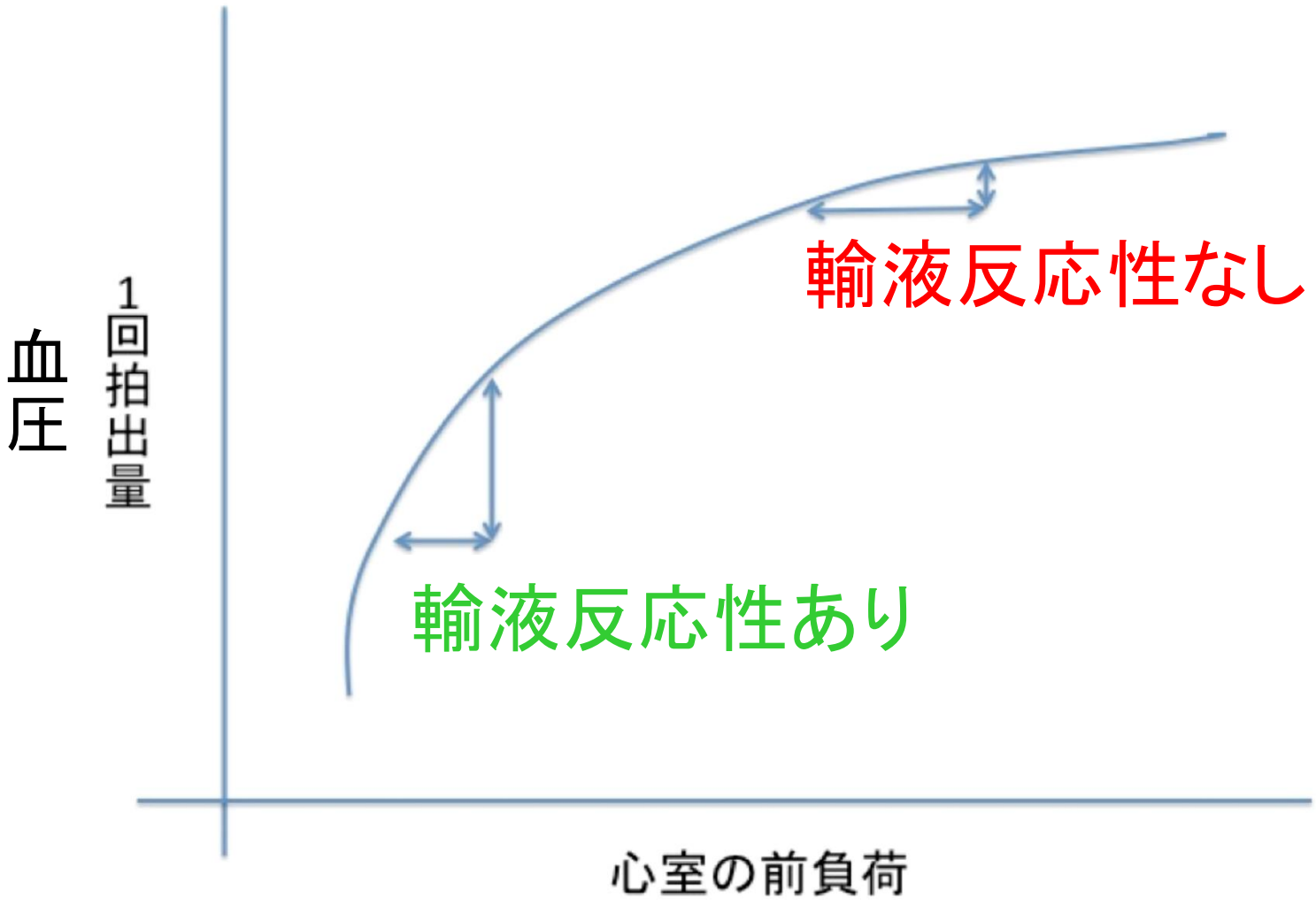
動脈血酸素化改善：酸素投与・人工呼吸

酸素消費量削減：鎮静、人工呼吸、解熱

輸液反応性の指標

CVP, PLR, PPV, SVV

輸液反応性



新旧診療ガイドラインのCVPの評価

SSCG2012:　CVP 8-12 mmHg (EGDT)を強く推奨する (1C)

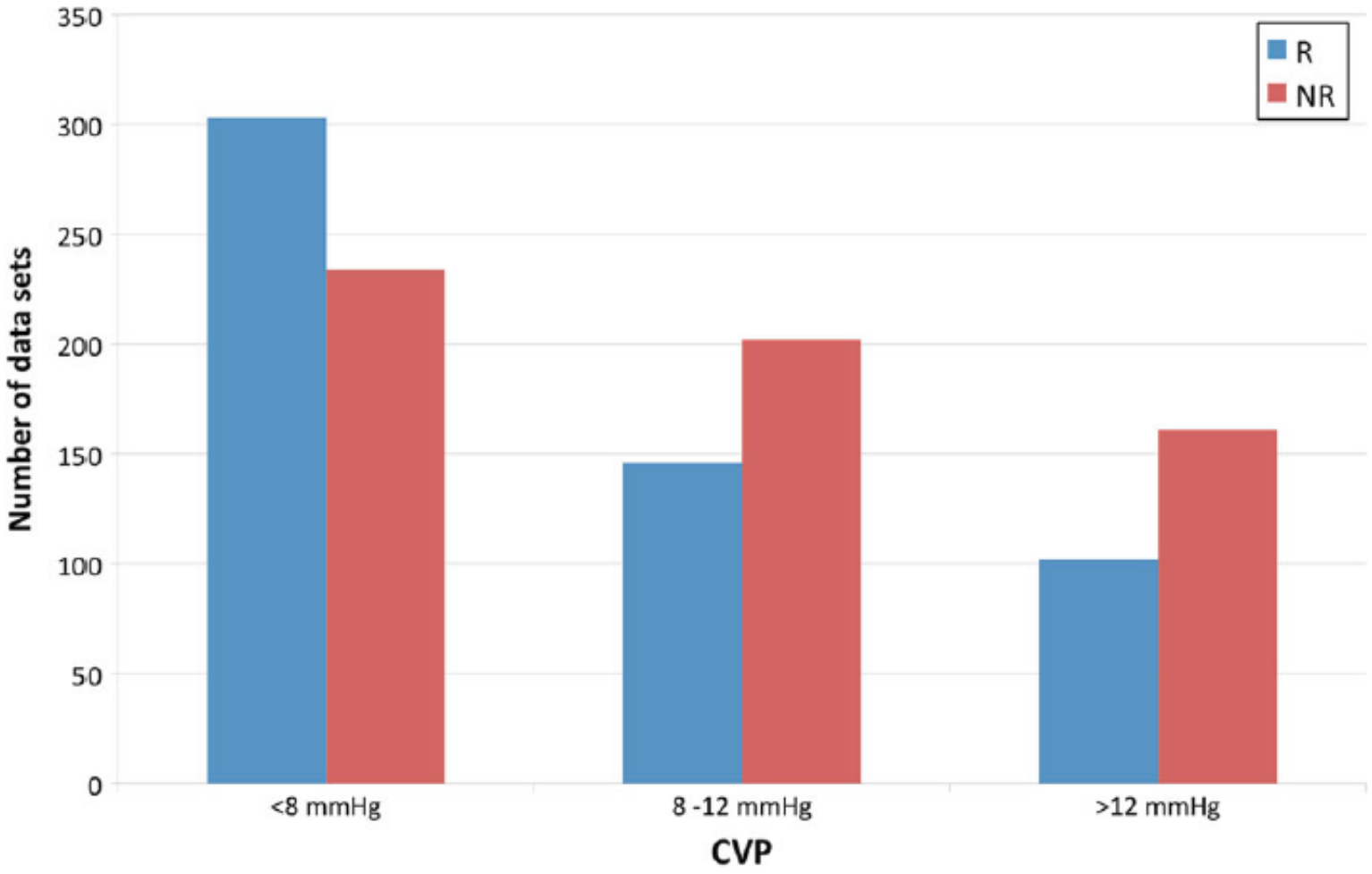
J-SSCG2012: CVP 8-12 mmHg (EGDT)を強く推奨する (1A)

↓

SSCG2016:　輸液反応性の指標として静的指標(CVP等)よりも動的指標を弱く推奨(low quality of evidence)

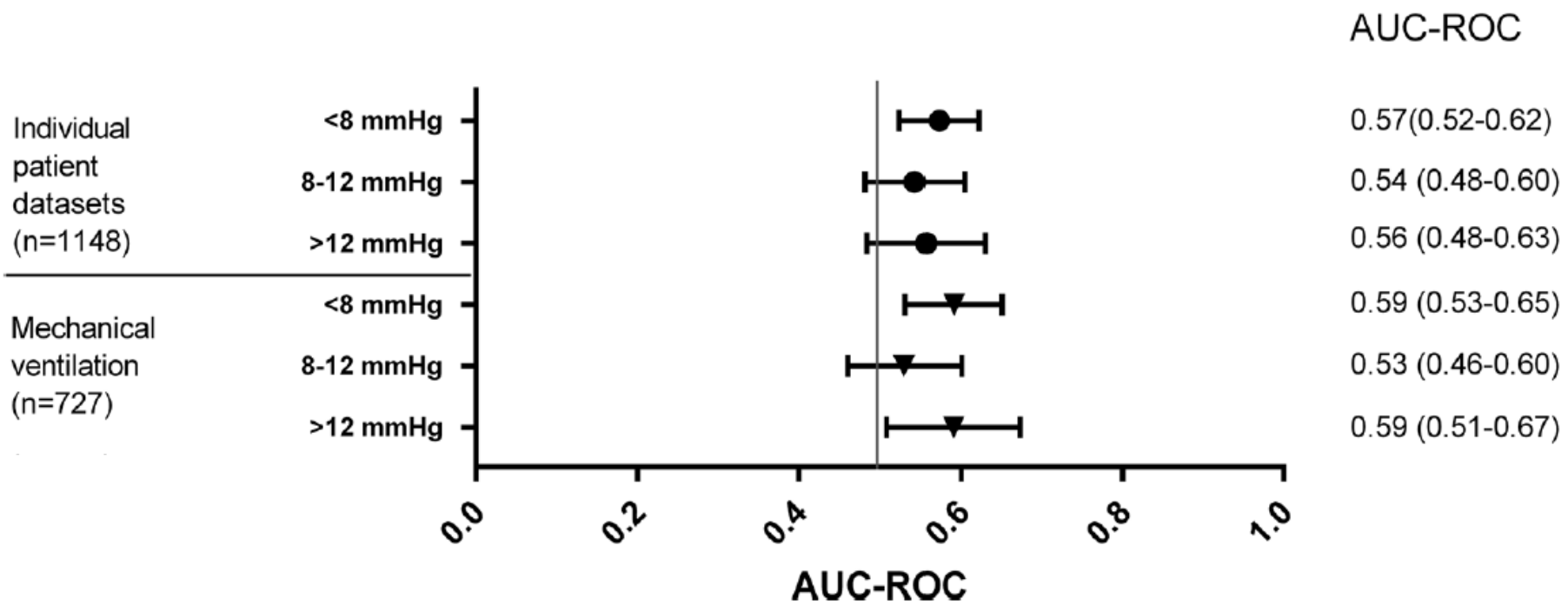
J-SSCG2016: 用いる指標の限界を考慮して、必要に応じて複数のモニタリングを組み合わせて輸液反応性を評価することを推奨する(エキスパートコンセンサスC)

CVPと輸液反応性



Eskesen: Intensive Care Med 42: 324; 2016

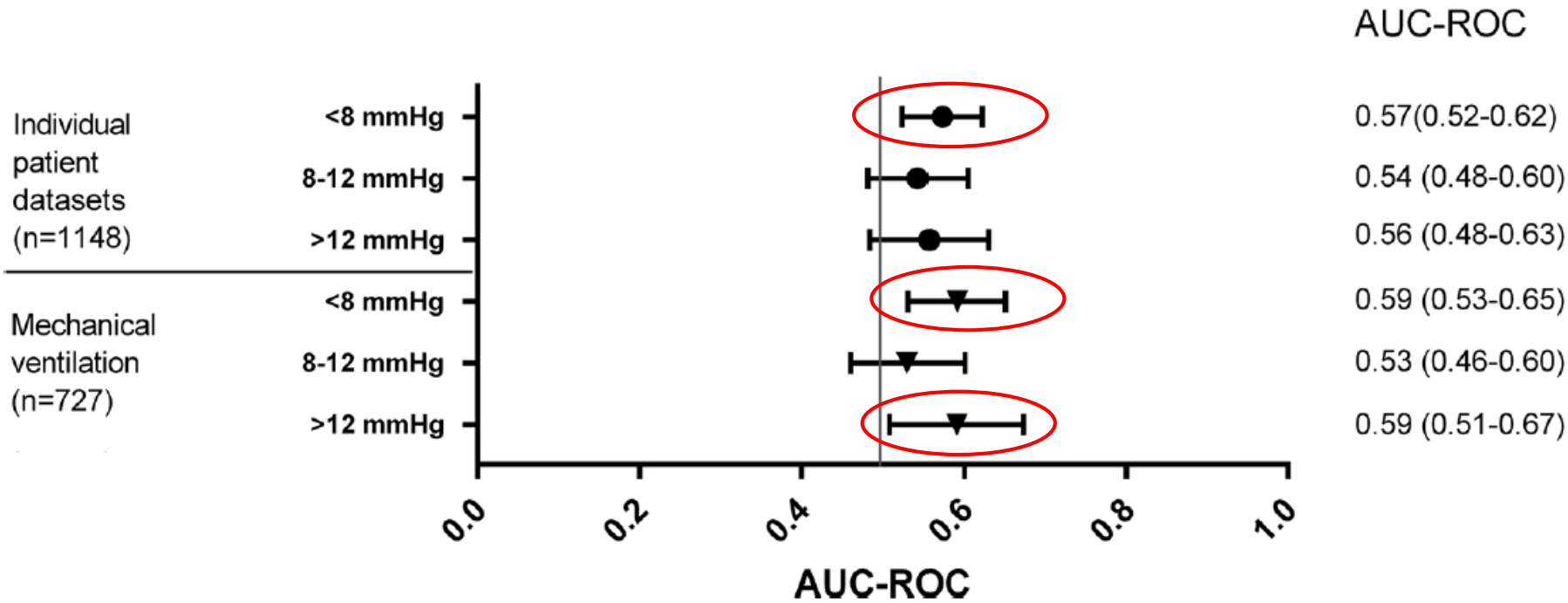
CVPと輸液反応性



(Area under the curve –
Receiver operating characteristic)

Eskesen: Intensive Care Med 42: 324; 2016

CVPと輸液反応性



(Area under the curve –
Receiver operating characteristic)

Eskesen: Intensive Care Med 42: 324; 2016

動的指標と静的指標の輸液反応性予測
人工呼吸下　meta-analysis

	AUC (95%CI)
PPV (pulse pressure variation)	0.94 (0.93 – 0.95)
SPV (systolic pressure variation)	0.86 (0.82 – 0.90)
SVV (stroke volume variation)	0.84 (0.78 – 0.88)
LVEDAI(LV end-diastolic area index: TEE)	0.64 (0.53 – 0.74)
GEDVI(global end-diastolic volume i: PiCCO)	0.56 (0.37 – 0.67)
CVP	0.55 (0.48 – 0.62)

Marik: Crit Care Med 37: 2642; 2009

輸液反応性の指標の総括

- CVPは，著しく低い（高い）以外は輸液反応性予測困難
- PPVを利用
- 動的指標は不整脈では使えない
- 受動的下肢挙上試験は血圧上昇での評価が実際的

2. 電解質の管理

元素周期表

1 H 水素 1.008							2 He ﾍﾘｳﾑ 4.003
3 Li ﾘﾁｳﾑ 6.941	4 Be ﾍﾞﾘﾘｳﾑ 9.012	5 B ホウ素 10.81	6 C 炭素 12.01	7 N 窒素 14.01	8 O 酸素 16.00	9 F フッ素 19.00	10 Ne ﾈｵﾝ 20.18
11 Na ﾅﾄﾘｳﾑ 22.99	12 Mg ﾏｸﾞﾈｼｳﾑ 24.31	13 Al ｱﾙﾐﾆｳﾑ 26.98	14 Si ケイ素 28.09	15 P ﾘﾝ 30.97	16 S 硫黄 32.07	17 Cl 塩素 35.45	18 Ar ｱﾙｺﾞﾝ 39.95
19 K ｶﾘｳﾑ 39.1	20 Ca ｶﾙｼｳﾑ 40.08						

元素周期表

1 H 水素 1.008							2 He ヘリウム 4.003
3 Li リチウム 6.941	4 Be ベリリウム 9.012	5 B ホウ素 10.81	6 C 炭素 12.01	7 N 窒素 14.01	8 O 酸素 16.00	9 F フッ素 19.00	10 Ne ネオン 20.18
11 Na ナトリウム 22.99	12 Mg マグネシウム 24.31	13 Al アルミニウム 26.98	14 Si ケイ素 28.09	15 P リン 30.97	16 S 硫黄 32.07	17 Cl 塩素 35.45	18 Ar アルゴン 39.95
19 K カリウム 39.1	20 Ca カルシウム 40.08						

Na^+ K^+ Cl^- 1 mmol = 1 mEq

Ca^{2+} 1 mmol = 2 mEq

元素周期表

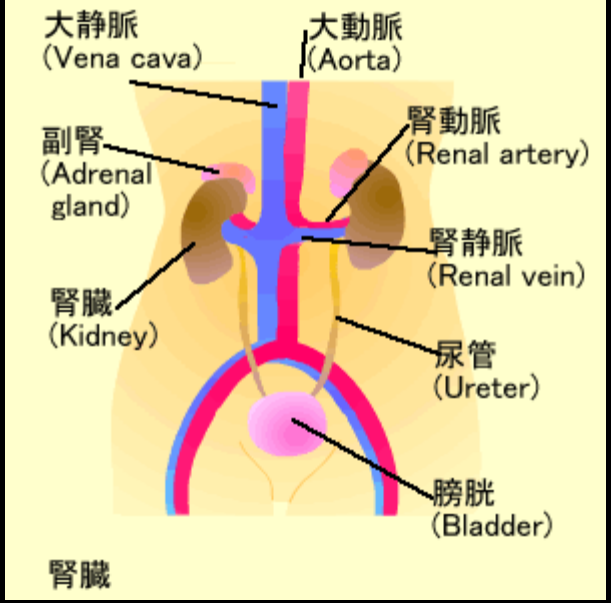
1 H 水素 1.008							2 He ヘリウム 4.003
3 Li リチウム 6.941	4 Be ベリリウム 9.012	5 B ホウ素 10.81	6 C 炭素 12.01	7 N 窒素 14.01	8 O 酸素 16.00	9 F フッ素 19.00	10 Ne ネオン 20.18
11 Na ナトリウム 22.99	12 Mg マグネシウム 24.31	13 Al アルミニウム 26.98	14 Si ケイ素 28.09	15 P リン 30.97	16 S 硫黄 32.07	17 Cl 塩素 35.45	18 Ar アルゴン 39.95
19 K カリウム 39.1	20 Ca カルシウム 40.08						

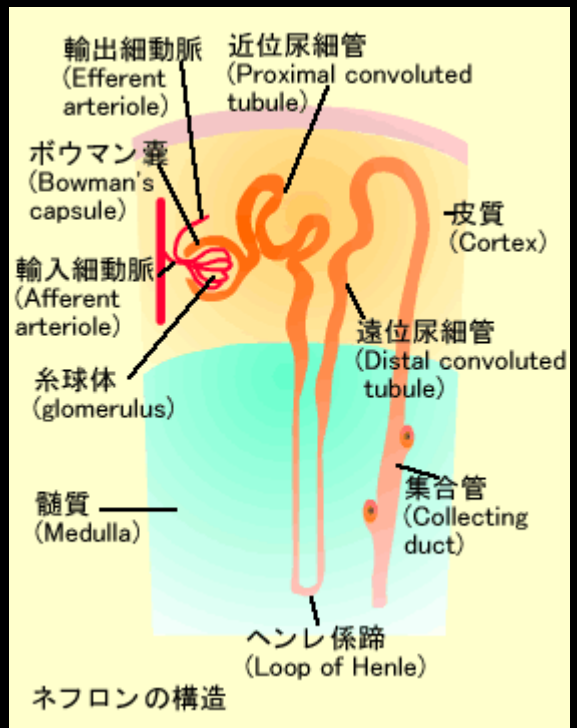
NaCl　1 mol　58.4 g（約 60 g)

生理食塩水 (0.9% NaCl) = 9 g/L = 154 mEq/L

腎臓の生理学

心拍出量	5000 ml/分
腎血流量	800 ml/分
腎血漿流量	500 ml/分
糸球体濾過量（原尿の量）	100 ml/分
尿量	1 ml/分





腎機能シート

腎機能シート

PrimeGaia

腎機能チェックシート

日付：2022年8月14日　　集計：2022/8/15 1:01

ベッド番号		ICU-01	ICU-02	ICU-03	ICU-04	ICU-05	ICU-06	ICU-07	ICU-08	ICU-09	ICU-10	ICU-11	ICU-12
血液浄化の有無													
患者ID		05413061	05420938	00725382			05419204			04242441			
患者名													
Na	mmol/L	145	135	138			139			133			
K	mmol/L	4.5	4.5	4.2			4.1			4.6			
Cl	mmol/L	102	99	108			104			104			
BUN	mg/dL	29.5	32.1	14.2			36.9			42.8			
Cre	mg/dL	0.36	1.27	0.68			3.71			1.16			
CRP	mg/dL	2.3	2.8	7.9			13.8			1.2			
PLT	10^4/μl	45.5	17.4	7.9			4.4			14.2			
PT-INR		1.30	1.29	1.11			1.02			1.03			
U-Cre	mg/dL	25.8	37.6	95.6						86.4			
U-Na	mEq/L	112	49	98						12			
U-K	mEq/L	21.5	16.2	46.5						16.0			
U-Cl	mEq/L	121	38	109						17			
U-UN	mg/dL	626	371	713						801			
Urine Volume	mL	2600.0	3771.0	1610.0						827.0			
Duration	hour	24	24	24			1			24			
U-Na/day	mEq/day	291	185	158						10			
U-K/day	mEq/day	56	61	75						13			
U-Cl/day	mEq/day	315	143	175						14			
U-UN/day	g/day	16.3	14.0	11.5						6.6			
U-Cre/day	g/day	0.671	1.418	1.539						0.715			
Ccr	mL/min	129	78	157						43			
FeNa	%	1.1	1.2	0.5						0.1			
FeUN	%	29.6	39.0	35.7						25.1			
FeK	%	6.7	12.2	7.9						4.7			

腎機能シート

U-Na	mEq/L	112	49	98
U-K	mEq/L	21.5	16.2	46.5
U-Cl	mEq/L	121	38	109
U-UN	mg/dL	626	371	713
Urine Volume	mL	2600.0	3771.0	1610.0
Duration	hour	24	24	24
U-Na/day	mEq/day	291	185	158
U-K/day	mEq/day	56	61	75
U-Cl/day	mEq/day	315	143	175
U-UN/day	g/day	16.3	14.0	11.5

尿Na濃度＜血清Na濃度140 mEq/L

尿Na排泄量 100～300 mEq/日（ 6～18 g/日)

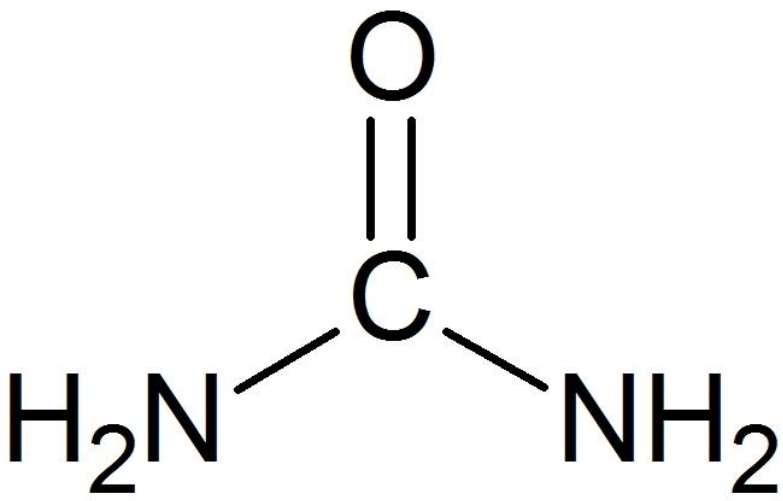
腎機能シート

U-Na	mEq/L	112	49	98
U-K	mEq/L	21.5	16.2	46.5
U-Cl	mEq/L	121	38	109
U-UN	mg/dL	626	371	713
Urine Volume	mL	2600.0	3771.0	1610.0
Duration	hour	24	24	24
U-Na/day	mEq/day	291	185	158
U-K/day	mEq/day	56	61	75
U-Cl/day	mEq/day	315	143	175
U-UN/day	g/day	16.3	14.0	11.5

尿 K濃度＜血清 K濃度 4 mEq/L

尿 K排泄量 20～200 mEq/日

尿素 (Urea)



分子量 60

窒素（蛋白）の主な最終代謝物

アンモニアよりも低毒性

尿素窒素 (Urea Nitrogen)

腎機能シート

U-Na	mEq/L	112	49	98
U-K	mEq/L	21.5	16.2	46.5
U-Cl	mEq/L	121	38	109
U-UN	mg/dL	626	371	713
Urine Volume	mL	2600.0	3771.0	1610.0
Duration	hour	24	24	24
U-Na/day	mEq/day	291	185	158
U-K/day	mEq/day	56	61	75
U-Cl/day	mEq/day	315	143	175
U-UN/day	g/day	16.3	14.0	11.5

尿UN濃度＞血清UN濃度 20 mg/dL

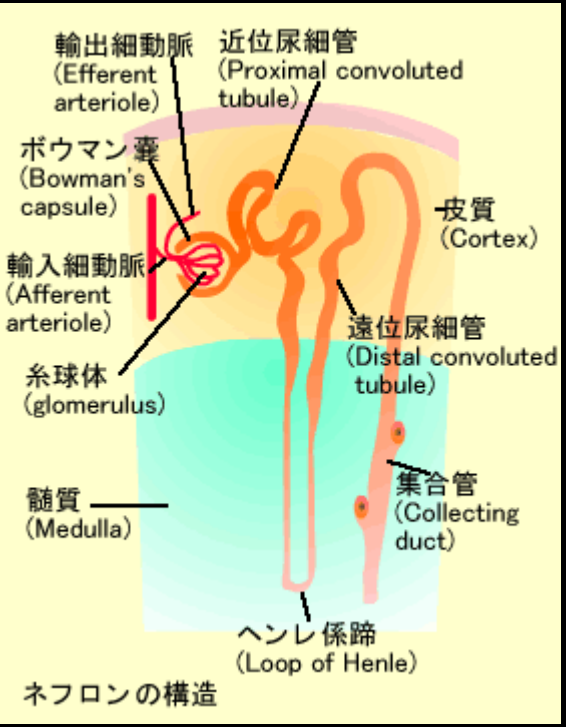
尿UN排泄量 5～20 g/日（蛋白質 30～120 g/日)

腎機能の評価

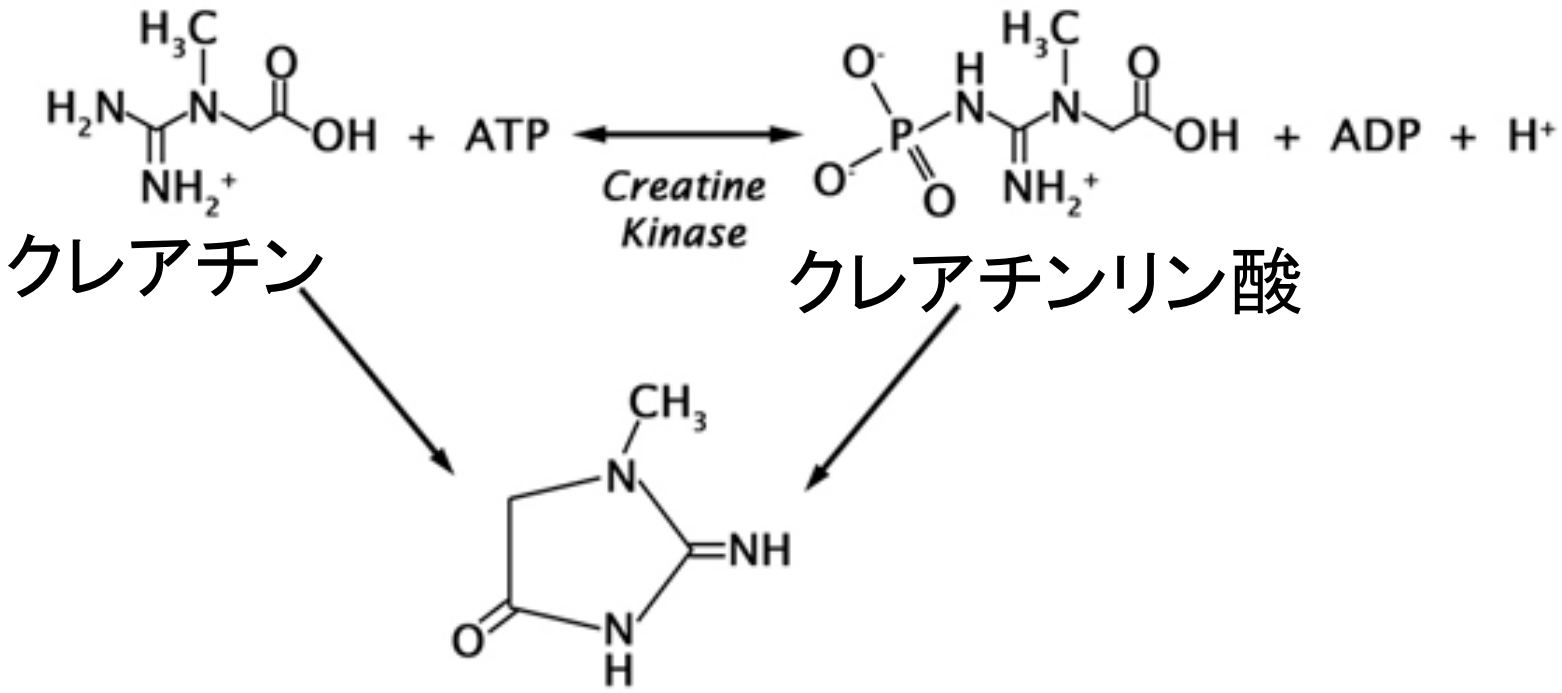
糸球体濾過量：
glomerular filtration rate (GFR)

GFR ≒ クレアチニンクリアランス

GFR x 血清Cr濃度 = 尿Cr量



クレアチン と クレアチニン



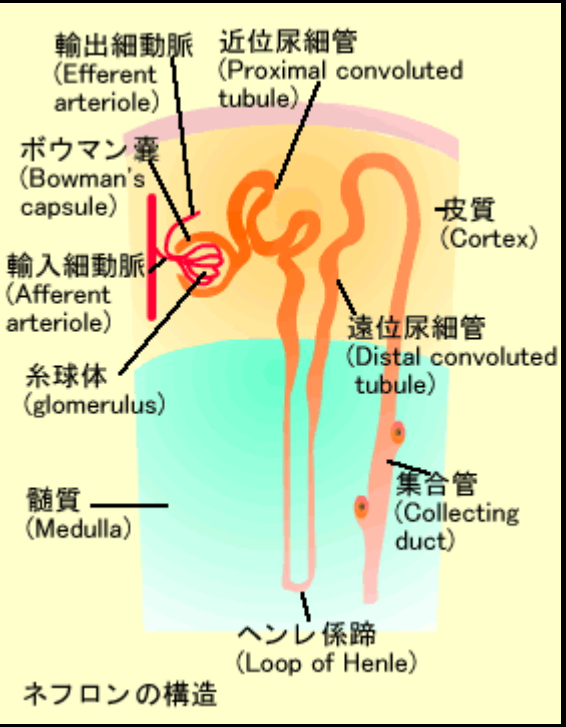
クレアチニン

腎不全の評価

糸球体濾過量：
glomerular filtration rate (GFR)

GFR ≒ クレアチニンクリアランス

GFR x　血漿Cr濃度 = 尿Cr量



CCr = 尿Cr量／血漿Cr濃度
= 1200 mg/day／0.8 mg/dl = 150 l/day
= 104 ml/min

CCr = 尿Cr量／血漿Cr濃度
= 300 mg/day／1.5 mg/dl = 20 l/day
= 14 ml/min

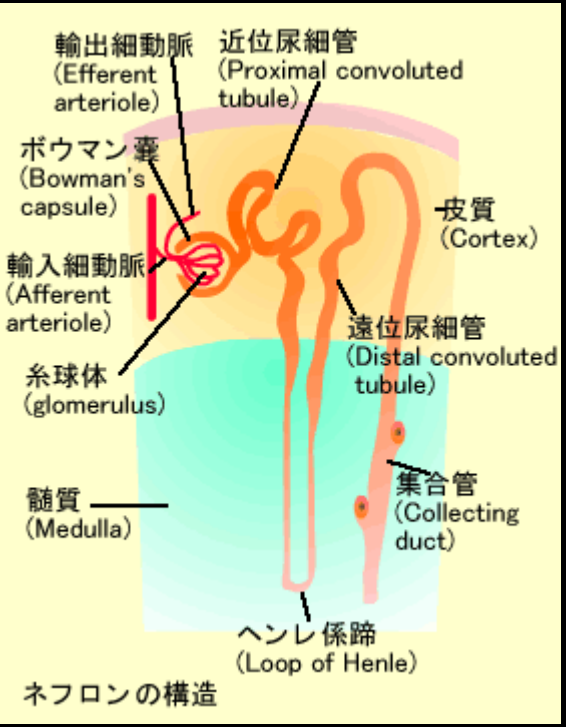
腎機能シート

Cre	mg/dL	0.36	1.27	0.68
U-Na/day	mEq/day	291	185	158
U-K/day	mEq/day	56	61	75
U-Cl/day	mEq/day	315	143	175
U-UN/day	g/day	16.3	14.0	11.5
U-Cre/day	g/day	0.671	1.418	1.539
Ccr	mL/min	129	78	157
FeNa	%	1.1	1.2	0.5
FeUN	%	29.6	39.0	35.7
FeK	%	6.7	12.2	7.9

GFR = Ccr = 尿Cr量 / 血清Cr濃度

腎機能の評価

F_ECr = 尿Cr量／原尿Cr量
= 尿Cr量／血漿Cr濃度 x GFR
≒ 1



F_ENa = 尿Na量／原尿Na量
= 尿Na量／血漿Na濃度 x GFR
1% 未満　Na再吸収亢進　脱水

F_EUN = 尿UN量／原尿UN量
= 尿UN量／血漿UN濃度 x GFR
35% 未満　UN再吸収亢進　脱水 BUN上昇

腎機能シート

Cre	mg/dL	0.36	1.27	0.68
U-Na/day	mEq/day	291	185	158
U-K/day	mEq/day	56	61	75
U-Cl/day	mEq/day	315	143	175
U-UN/day	g/day	16.3	14.0	11.5
U-Cre/day	g/day	0.671	1.418	1.539
Ccr	mL/min	129	78	157
FeNa	%	1.1	1.2	0.5
FeUN	%	29.6	39.0	35.7
FeK	%	6.7	12.2	7.9

FeNa (%) = 尿Na量 / 原尿Na量

腎機能シート

Cre	mg/dL	0.36	1.27	0.68
U-Na/day	mEq/day	291	185	158
U-K/day	mEq/day	56	61	75
U-Cl/day	mEq/day	315	143	175
U-UN/day	g/day	16.3	14.0	11.5
U-Cre/day	g/day	0.671	1.418	1.539
Ccr	mL/min	129	78	157
FeNa	%	1.1	1.2	0.5
FeUN	%	29.6	39.0	35.7
FeK	%	6.7	12.2	7.9

FeUN (%) = 尿UN量 / 原尿UN量

輸液・栄養剤の組成（1000mlあたり）

	Na (mEq)	K (mEq)	窒素 (g)	カロリー
ビカネイト	130	4	0	0
ソルデム3号	35	20	0	172
ビーフリード	35	20	4.7	420
エルネオパ2号	50	27	4.7	820
メイバランス	48	26	6.5	1000
ペプタメン	52	59	15	1500

3. 栄養の管理

重症患者共通の特徴

1. 炎症性サイトカイン上昇
   - 異化の亢進：筋タンパク，脂肪，グリコーゲン分解
   - 急性相タンパク合成促進（CRP, フィブリノゲン，PAI-1)
   - 陰性急性相タンパク合成抑制（アルブミン）
2. ストレスホルモン（ステロイド，カテコラミン）上昇
   - 異化の亢進
   - 耐糖能異常（高血糖）
   - 消化管機能低下（バクテリアルトランスロケーション）
3. 免疫機能異常
   - 急性期：炎症細胞（好中球，マクロファージ）機能亢進
   - 亜急性期：免疫細胞機能低下

栄養療法で重症患者の
予後が改善するか？？？？

重症患者の栄養療法ガイドライン

ASPEN: American Society for Parenteral and Enteral Nutrition

米国静脈経腸栄養学会

エビデンスレベルによる推奨度　Grade A ～ E

ESPEN: European Society for Clinical Nutrition and Metabolism

ヨーロッパ臨床栄養代謝学会

エビデンスレベルによる推奨度　Grade A ～ C

投与エネルギー量

投与エネルギー量

基礎エネルギー消費量 (BEE) 計算式

James A Harris, Francis G Benedict
A biometric study of basal metabolism in man (1919)

男性：66 + 13.7 x 体重Kg + 5 x 身長cm - 6.8 x 年齢 (Kcal/日)
女性：655 + 9.6 x 体重Kg + 1.7 x 身長cm - 4.7 x 年齢 (Kcal/日)

重症患者の概算式

25 x 理想体重Kg (Kcal/日)

侵襲係数 (SF: stress factor)

必要エネルギー = 基礎エネルギー消費量 X SF

SF: 侵襲度に応じて 1.0 - 2.0

- 手術侵襲

  軽　度：1.2（胆嚢摘出術）
  中等度：1.4（大腸切除術）
  高　度：1.6（胃全摘術）
  超高度：1.8（食道摘出術）

- 熱傷　熱傷範囲10%ごとに0.2ずつアップ（最大2.0）
- 臓器障害　1.2 ＋ 1臓器につき0.2ずつアップ（最大2.0）
- 体温　37℃ 1.2，38℃ 1.4，39℃ 1.6，40℃以上 1.8

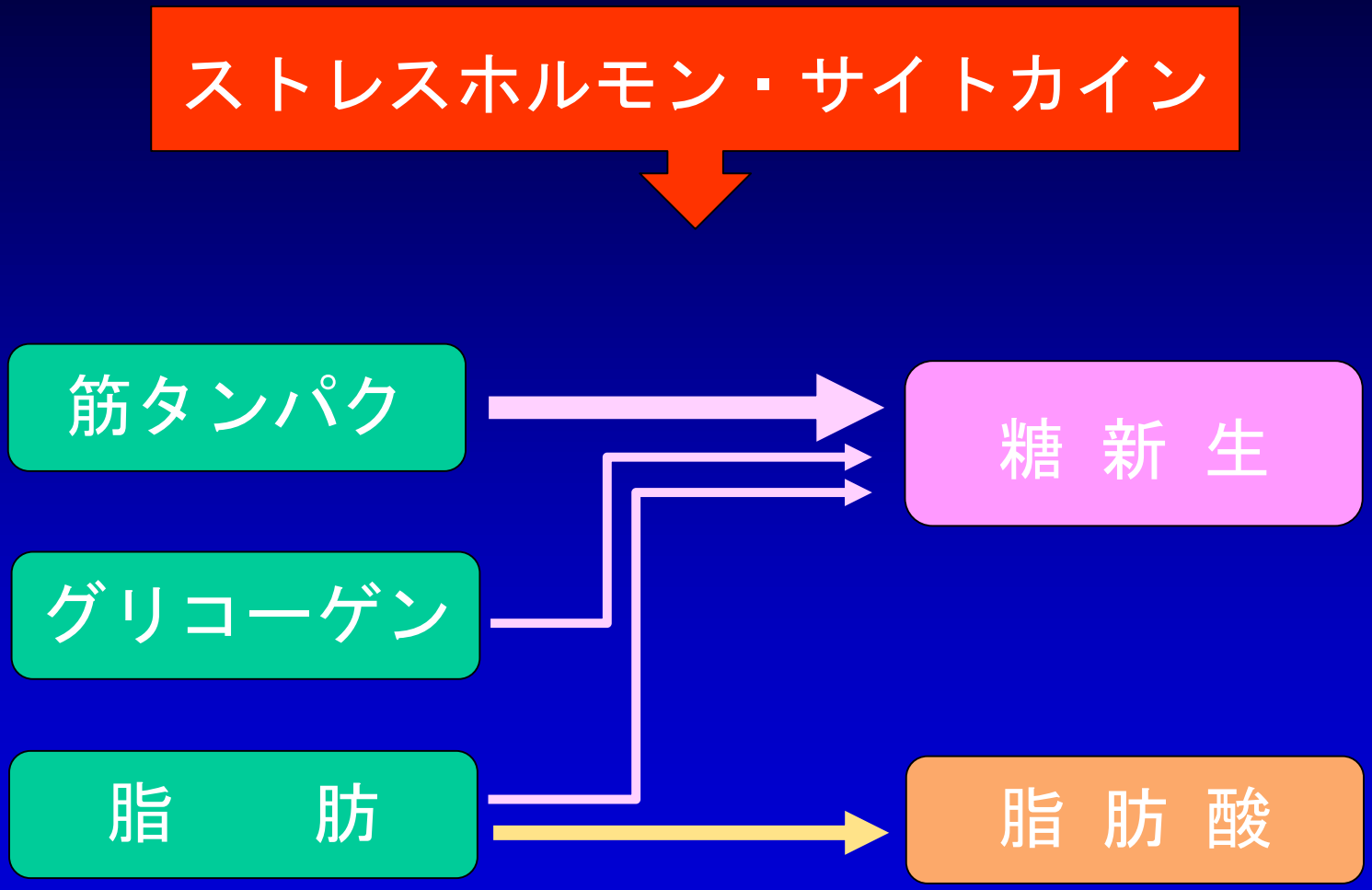
侵襲因子 (SF: stress factor)

必要エネルギー = 基礎エネルギー消費量 X SF

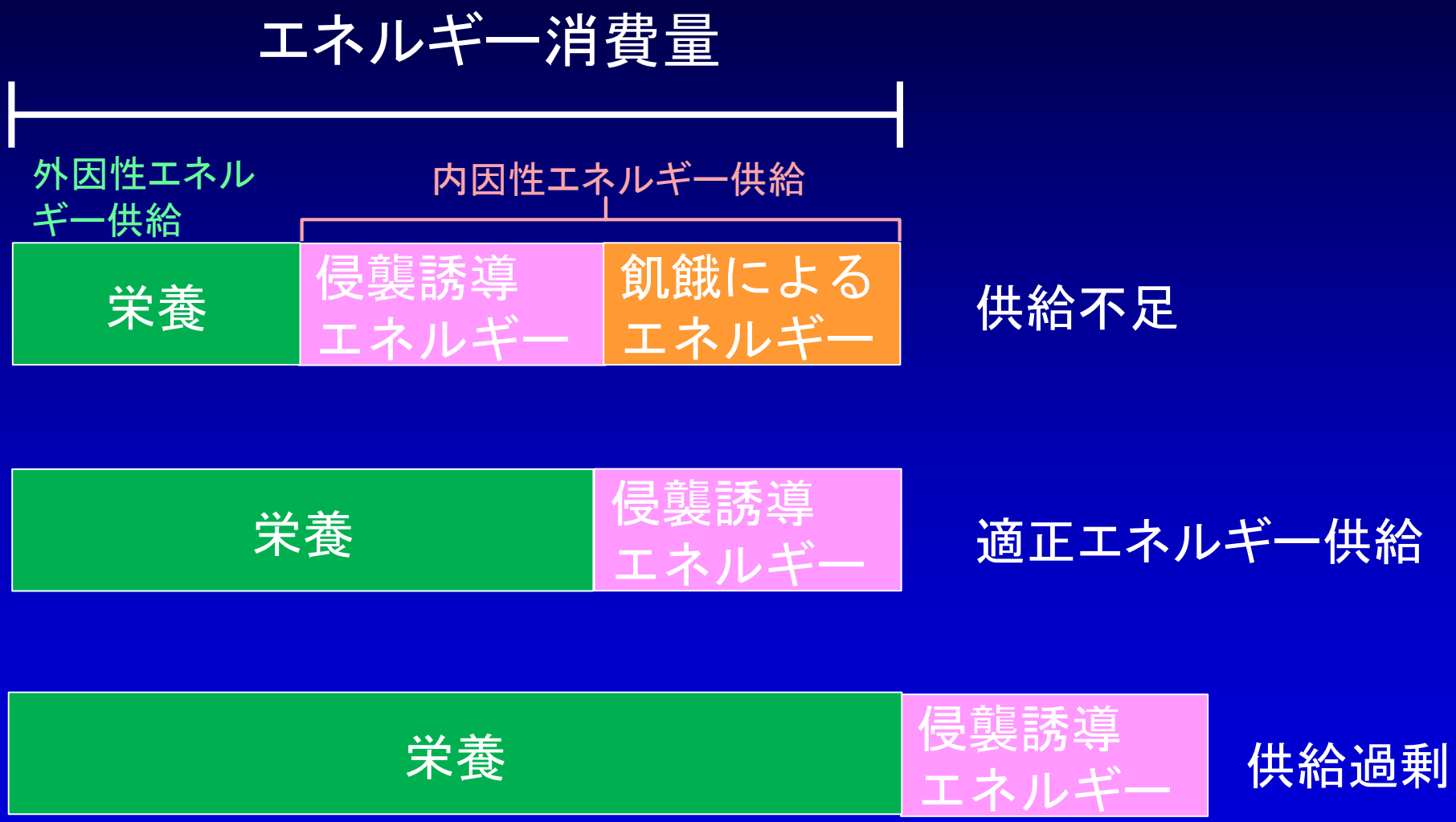
ICUの患者の多くは　SF = 2.0

基礎代謝エネルギー消費量の
2倍の熱量を投与すべき？

侵襲に誘導されるエネルギー供給



侵襲時のエネルギー受給バランス



Permissive underfeeding

必要エネルギーの60 - 80 %程度を投与目標とする。

Harris-Benedict 式にストレスファクタを乗じた投与量を目標とした対照群 (n = 120) と，60 - 70 %を目標としたエネルギー制限群 (n = 120) を比較した。

病院内死亡率		
対照群	42.5 %	
エネルギー制限群	30.0 %	(P = 0.04)

Arabi YM et al. Am J Clin Nutr 2011; 93 : 569-77.

間接カロリメトリでのエネルギー

需要評価が望ましい？？？？

投与エネルギーのガイドライン

ASPEN（米国）

25-30 Kcal/kg/日，予測式，間接カロリメトリー (Grade C)
肥満症例には間接カロリーメトリーを推奨。(Grade E)

ESPEN（欧州）

EN: 急性期20-25 Kcal/kg/日を越えない(Grade C)
　　回復期25-30 Kcal/kg/日
PN: 間接カロリーメトリーを推奨。 (Grade C)
　　または25 Kcal/kg/日。

タンパク・アミノ酸

タンパク・アミノ酸

重症患者では，健常者より大量に必要。
創傷治癒，免疫機能の維持，臓器機能の維持に重要。

NPC/N

NPC: non-protein calorie 非蛋白熱量 (kcal)
糖と脂肪
N: nitrogen チッ素 (g)
アミノ酸 x 0.16 (アミノ酸 / 6.25)

チッ素バランス

投与量: アミノ酸 x 0.16 (アミノ酸 / 6.25)
排泄量: 尿中チッ素排泄量 (g/日) x 1.25

タンパク投与のガイドライン

ASPEN（米国）

1.2 - 2.0 g/kg/日，NPC/N 70 - 100 を推奨。熱傷，多発外傷では，さらに大量必要。(Grade E)

肥満者(BMI > 30) では，2.0 g/kg/日 以上。 (Grade D)

ESPEN（欧州）

PN: アミノ酸 1.3 - 1.5 g/kg IBW/日。 (Grade C)

グルタミン 0.2 -0.4 g/kg/日。 (Grade A)

脂　肪

必須脂肪酸

リノール酸

n6 (ω6) 系多価不飽和脂肪酸
ICU患者の必要量　9 - 12 g/日

α-リノレン酸

n3 (ω3) 系多価不飽和脂肪酸
ICU患者の必要量　1 - 3 g/日

脂　肪

経腸栄養

多彩な脂肪組成の栄養剤が利用可能。

病態に合わせて栄養剤を選択可能。

経静脈栄養

日本と米国では，ダイズ油が主成分の製剤のみ。

cf 欧州では，多彩な脂肪組成の製剤が利用可能。

リノール酸(n6)が過剰となる。

炎症性メディエータ(PG, LT)過剰産生。

重症患者の投与は慎重に。

経静脈 脂肪 投与のガイドライン

ASPEN（米国）

ICU入室後7日間ENが不能で，PNが必要な場合に検討。
ダイズ油主体の製剤は使用しない。(Grade D)

ESPEN（欧州）

長期ICU入室患者はPNでの脂肪投与を検討する。(Grade B)
0.7 - 1.5 g/kg/日 以下で，12 - 24 時間かけて投与。 (Grade B)

経腸栄養(EN) か 静脈栄養(PN) か

経腸栄養 (EN) の長所

- 腸管バリア機能 (上皮細胞間 tight junction) の維持
- 腸管粘膜構造の維持
- バクテリアルトランスロケーションの抑制
- 腸管免疫機能の維持
- 炎症性サイトカインの抑制
- 代謝亢進・異化亢進の抑制
- CVカテーテル感染機会の減少

→ 全身感染症減少，入院期間短縮，死亡率低下

投与経路のガイドライン

ASPEN（米国）

血行動態が安定していれば経腸栄養(EN)を推奨。EN開始時に腸音や排便の確認は必要なし。(Grade B)

ESPEN（欧州）

予後改善の明確なエビデンスはないが，血行動態が安定していればENを推奨。

経腸栄養(EN)，　静脈栄養(PN) の開始時期

EN, PN開始時期のガイドライン

ASPEN（米国）

EN: ICU入室後24-48時間以内に開始。 (Grade C)
48-72時間後に目標投与量に到達。 (Grade E)

PN: EN不可能な場合7日以降に開始。
目標エネルギー量の80%を投与。(Grade C)

ESPEN（欧州）

EN: 24時間以内に開始。 (Grade C)

PN: EN投与量が2日以内に目標に達しない場合に開始。
(Grade C)

PN開始時期

北米(ASPEN)ガイドライン (EN不可能な場合でも7日以降にPN開始) に従った方が，欧州(ESPEN)ガイドラインによる早期PN開始よりも，

ICU滞在短縮
感染率低下
人工呼吸期間短縮

N Eng J Med 2011; 365 : 506-17.

経腸栄養(EN) を成功させるために

経小腸投与のガイドライン

ASPEN（米国）

誤嚥性肺炎の危険性が高い症例や，経胃管投与に不耐であった場合は，経小腸（幽門後）投与を行う。(Grade C)

ESPEN（欧州）

明らかな優位性を示すエビデンスはないが，経小腸（幽門後）投与に習熟した施設では，経胃管投与に不耐の場合は選択すべき。 (Grade C)

消化管蠕動促進薬のガイドライン

ASPEN（米国）

消化管蠕動低下によるEN不耐時にメトクロプラミド，エリスロマイシンの使用を推奨。(Grade C)

ESPEN（欧州）

胃内容物残存量が多い場合，メトクロプラミド，エリスロマイシンの使用を考慮。 (Grade C)

誤嚥性肺炎防止のガイドライン

ASPEN（米国）

EN投与時，30-45度上体を挙上。(Grade C)

栄養剤を持続投与。 (Grade D)

クロルヘキシジンで口腔内洗浄。 (Grade C)

小腸チューブを使用。 (Grade C)

Immunonutrition (免疫栄養) から
Pharmaconutrition (薬理栄養）へ

Immunonutrition（免疫栄養）

Immune-enhancing diet (免疫増強栄養剤）

例：インパクト

Immune-modulating diet (免疫調整栄養剤）

例：オキシーパ，ペプタメン

Pharmaconutrition（薬理栄養）

phamaconutrient (薬理栄養素）

- n3 (ω3) 多価不飽和脂肪酸
- グルタミン
- アルギニン
- 抗酸化物質（ビタミンC, ビタミンE, セレン）

n3系多価不飽和脂肪酸

必須脂肪酸

リノール酸

n6 (ω6) 系多価不飽和脂肪酸
ICU患者の必要量　9 - 12 g/日

α-リノレン酸

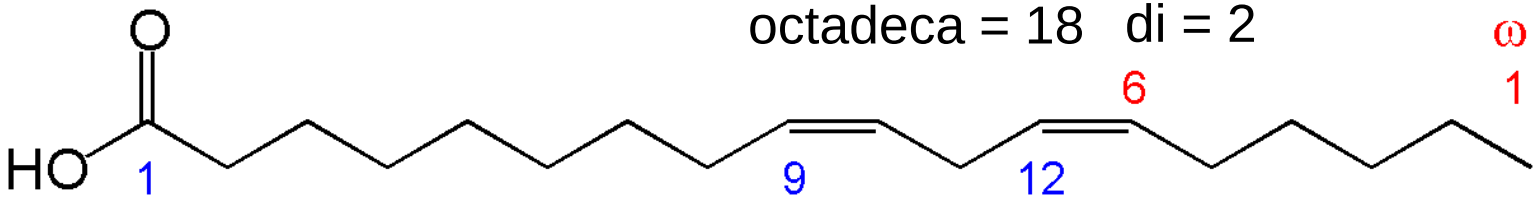
n3 (ω3) 系多価不飽和脂肪酸
ICU患者の必要量　1 - 3 g/日

n6 (ω6) 系多価不飽和脂肪酸

化学はカルボキシル端から
生理学はメチル端からn (ω)

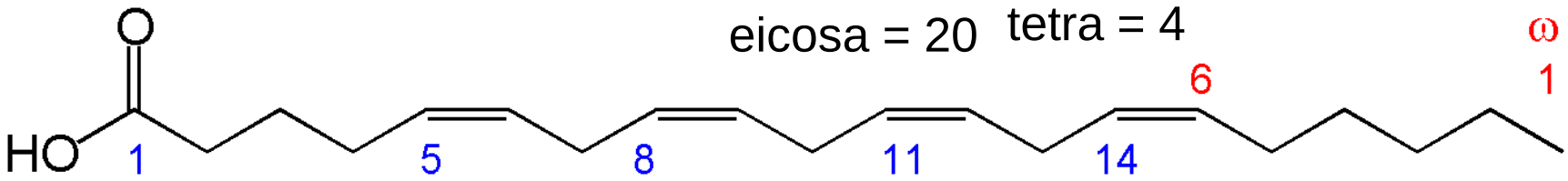
リノール酸，オクタデカジエン酸，Octadecadienoic acid

octadeca = 18　di = 2



アラキドン酸，エイコサテトラエン酸，Eicosatetraenoic acid

eicosa = 20　tetra = 4

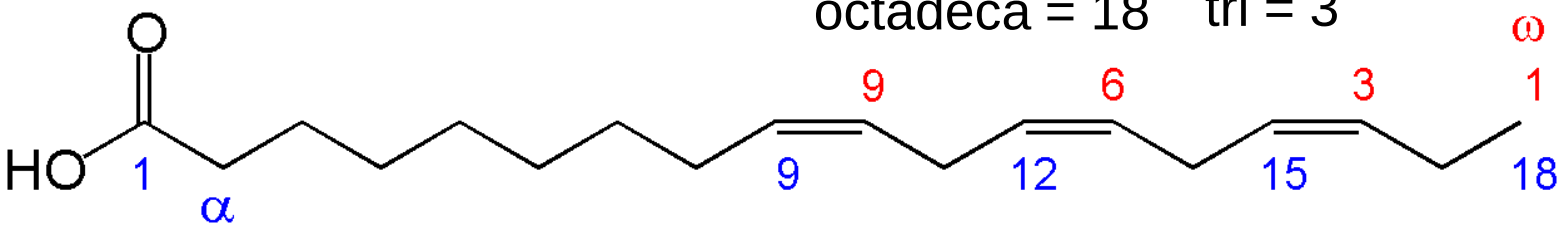


n3 (ω3) 系多価不飽和脂肪酸

化学はカルボキシル端から
生理学はメチル端からn (ω)

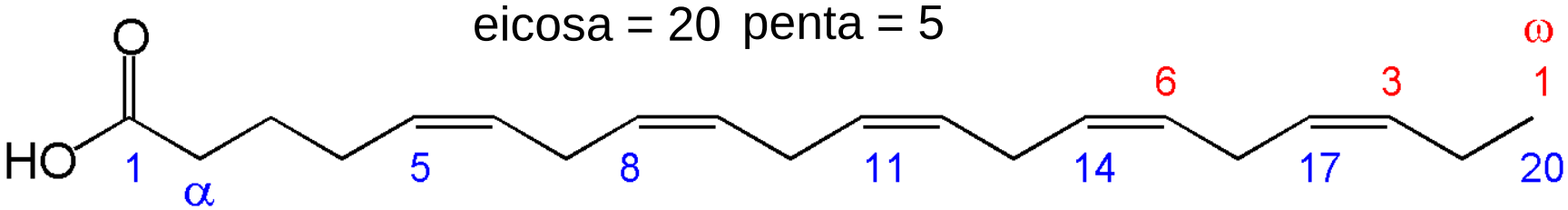
α-リノレン酸, オクタデカトリエン酸, Octadecatrienoic acid

octadeca = 18　tri = 3



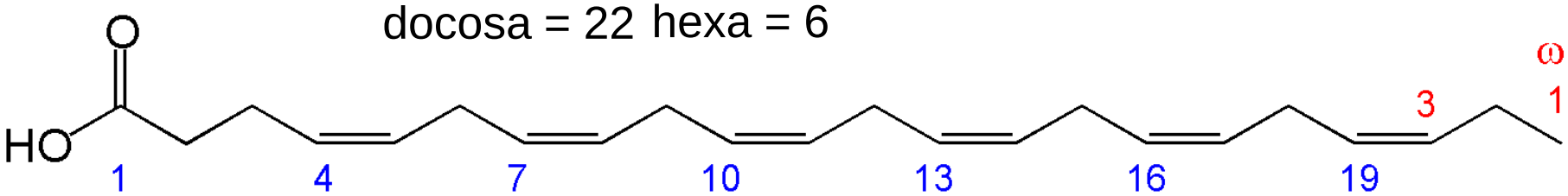
エイコサペンタエン酸, Eicosapentaenoic acid: EPA

eicosa = 20　penta = 5

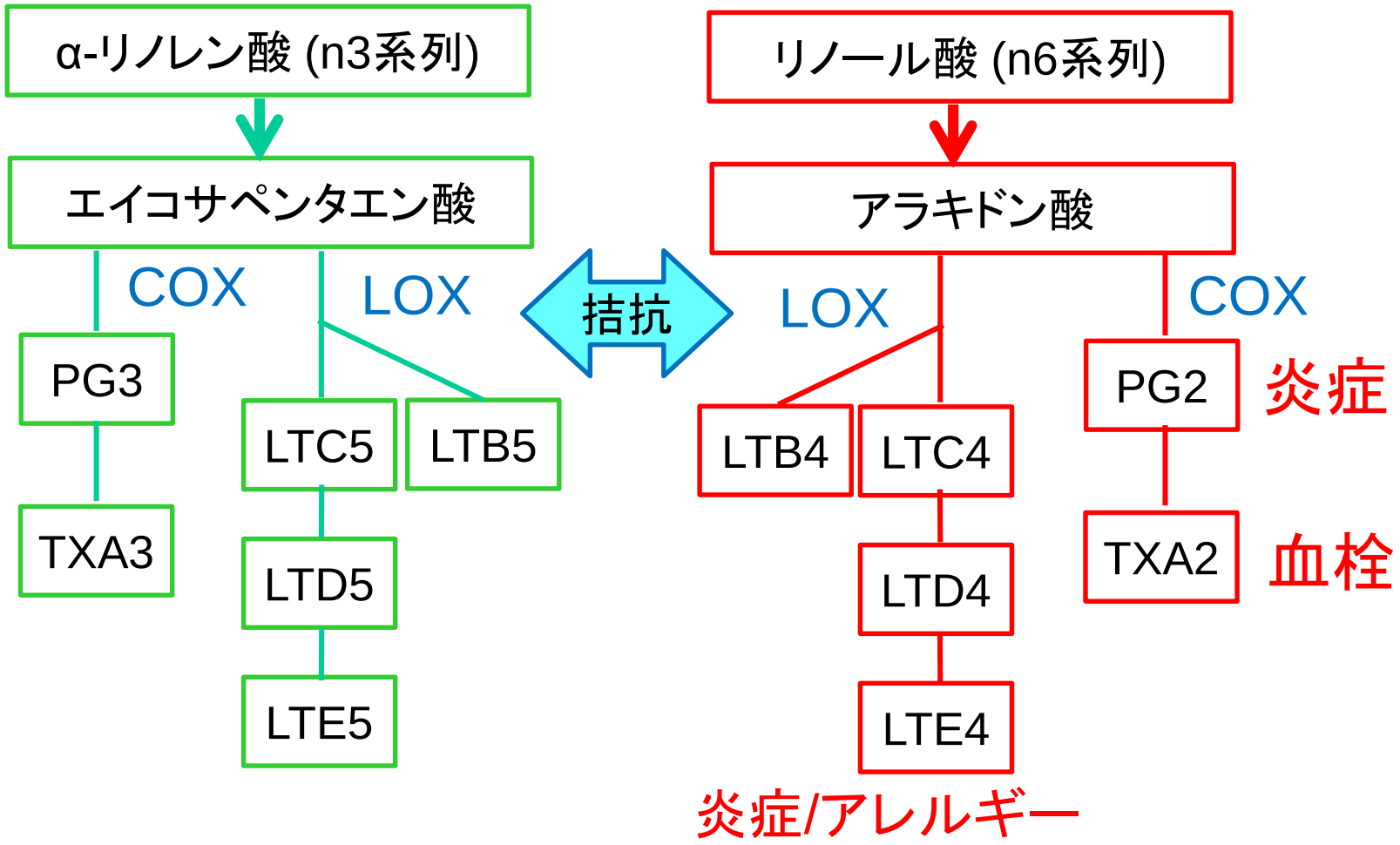


ドコサヘキサエン酸, Docosahexaenoic acid: DHA

docosa = 22　hexa = 6



アラキドン酸カスケード



COX: シクロオキシゲナーゼ(Cyclooxygenase)

LOX: リポキシゲナーゼ(Lipoxygenase)

PG: プロスタグランディン

LT: ロイコトリエン

n3系不飽和脂肪酸の効果

- 炎症作用が弱く，免疫能を増強するPG, LTを産生
- 炎症作用，免疫抑制作用が強い n6系のPG, LT産生を競合的に抑制
- 炎症終息作用を持つ脂質メディエータ（レゾルビン）を産生
- NFκB 発現を抑制
- 好中球の接着，血管透過を促すICAM-1, E-selectin を抑制

↓

過剰な炎症を軽減

免疫能を維持

ARDS，セプシス発症を抑制

グルタミン

グルタミンの効果

- 腸粘膜細胞，免疫細胞，腎臓のエネルギー基質
- 抗酸化物質であるグルタチオンを合成
- 熱ショック蛋白の発現を高め細胞を保護
- 腸管リンパ装置の機能を維持
- 核酸の合成

G　グルタミン
F　ファイバー
O　オリゴ糖

↓

免疫細胞機能維持
バクテリアルトランスロケーションの防止
侵襲時酸化ストレス軽減

薬理栄養剤のガイドライン

ASPEN（米国）

ALI/ARDS 患者への使用を推奨。(Grade A)

大侵襲手術後，外傷，熱傷，頭頸部癌，人工呼吸症例への使用を推奨。(外科系ICU症例 Grade A, 内科系ICU症例 Grade B)

重症セプシス症例には注意を要する。

ESPEN（欧州）

ALI/ARDS 患者への使用を推奨。(Grade A)

上部消化管外科症例，外傷症例への使用を推奨。(Grade A)

軽症セプシス症例には推奨，重症セプシス症例では有害の可能性あり。(Grade B)

初期セプシスへの効果

臓器不全を呈さない初期セプシス症例への薬理栄養療法は,

重症セプシスやセプティックショックへの増悪を抑制する効果があった。

重症患者の栄養管理では

1. 水分量
2. 電解質
3. エネルギー量
4. 窒素量

の必要量の評価が肝要

明日の担当患者から
始めてください。

ご清聴ありがとうございました