

# 高齢者における集中治療



Society of  
Critical Care Medicine  
The Intensive Care Professionals



## 概要

- 重症高齢者は独自のケアが必要である。
- 65歳以上の患者は生理的、心理的、社会的脆弱性があり、若年患者とはケアが異なる。
- 高齢者の集中治療サービスへの需要が増大することが予想されるため、この集団のケアに関する知識とスキルは必須である。

## 習得目標

- 重症高齢者特有の生理的変化について述べよ。
- 重症高齢者におけるこのような生理的変化の影響を考慮した管理戦略について考察する。
- せん妄や術後の認知機能障害など、高齢者の重症疾患の後遺症について話し合う。



## 導入

- 高齢者(64歳以上)は米国人口の中で最も急速に増加しているセグメントである
- 全てのICU入室のほぼ50%が高齢者である
  - 慢性疾患の増悪
  - 疾患または外傷の新規発症
  - 機械的人工換気の発生率の増加
  - 併存疾患の負担が高く、自宅への退院が少なく、その後数年間の死亡率が高いことと関連

Nagappan R, Parkin G. *Crit Care Clin.* 2003;19:253–270

Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176–S182

Carson SS, Cox CE, Holmes GM, et al. *J Intensive Care Med.* 2006;21:173–182

Wunsch H, Guerra C, Barnato AE, et al. *JAMA.* 2010;303:849–856

Bucher L. *Medical–Surgical Nursing: Assessment and Management of Clinical Problems.* 2014.

## 導入

- 年齢は必ずしも疾患の重症度および病院前の病状と関連しない
  - 人工呼吸後の転帰を予測するために年齢に頼らない
- 高齢者はICUの若年者と異なる
  - 生理(心肺、腎)
  - 薬物代謝
  - 栄養必要度
  - せん妄に対する感受性
  - ICUの転帰
  - 寿命の終わりが近い

Rosenthal RA, Kavic SM. Crit Care Med.2004;32(4 suppl):S92-S105.



## 心血管系の変化: 輸液蘇生

- 高齢者の輸液蘇生法の測定における課題
  - 出血、手術後の体液の細胞外蓄積、全身性炎症反応症候群(SIRS)、および敗血症は、晶質液、コロイド、および血液製剤の異なる組み合わせを必要とする
  - 基礎循環血液量減少は、経口摂取不良および利尿薬の使用のため、高齢患者では一般的である
  - 機械的人工換気は、48～72時間の陽圧換気補助後に徐々に体液貯留を誘発する

Rosenthal RA, Kavic SM. Crit Care Med.2004;32(4 suppl):S92-S105.



## 心血管系の変化: 輸液蘇生

- 高齢患者の輸液蘇生は、加齢に伴って生じる変化が複雑になる
  - 左室壁の肥大および厚さの増大
  - 心筋収縮力の低下
  - 内因性または外因性に投与されたカテコールアミンに対する反応性の低下
- 高齢患者はしばしば拡張機能障害を有し、若年患者に必要とされるよりも多くの輸液を必要とする

Rosenthal, Kavic.Crit Care Med.2004;32(4 suppl):S92-S105.



## 心血管系の変化:生理学

- 心筋は心筋細胞を失う
- コラーゲンを産生する線維芽細胞に置き換えられ、心臓を硬くする
- 自律神経組織の線維化/消失は伝導異常をもたらす
  - 洞結節機能の低下または洞不全症候群
  - 心房細動
  - 脚ブロック

Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.  
Delerme S, Ray P. *Age Ageing.* 2008;37:251-257.



## 心血管系の変化:生理学

- 加齢に伴うコラーゲンとエラスチンの変化は、反跳の消失をもたらす
  - 収縮期血圧上昇
  - 脈圧の拡大
  - 拡張機能不全を引き起こす進行性の左室の硬さと厚さ
- 心房細動に対する耐容能の低下
- 体液量過剰に対する感受性の増大
- 心不全への感受性増大

Delerme S, Ray P. *Age Ageing*. 2008;37:251-257.  
Nagappan R, Parkin G. *Crit Care Clin*. 2003;19:253-270.  
Marik PE. *Crit Care Med*. 2006;34(9 suppl):S176-S182.

## 心血管系の変化:生理学

- $\beta$  アドレナリン刺激に対する感受性の低下
  - 心拍出量を増加させるためには、一回拍出量と前負荷がより重要になる
  - 前負荷依存性:軽度の循環血液量減少であっても、心臓障害を引き起こす可能性がある
  - 昇圧剤に対する対応の減弱

Nagappan R, Parkin G. *Crit Care Clin.* 2003;19:253-270.  
Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.  
Delerme S, Ray P. *Age Ageing.* 2008;37:251-257.  
Wilmore DW. *N Engl J Med.* 1991;325:695-702.



## 心血管系の変化: 危険因子

- 高齢者における冠動脈疾患の有病率増加
  - アテローム硬化性動脈壁の硬化度の増加
  - 心不全、肺水腫、不整脈として現れるかもしれない
  - 認識されない可能性が高い心筋虚血
  - 感染や虚血などのストレス因子に対処するための心血管予備能の低下

Nagappan R, Parkin G. *Crit Care Clin.* 2003;19:253-270.  
Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.  
Delerme S, Ray P. *Age Ageing.* 2008;37:251-257.

## 肺の変化:機械的人工換気

- 高齢患者は機械的人工換気が長期化する多くの危険因子を有する
  - 呼吸筋脱力
  - 低酸素血症および高炭酸ガス血症に対する換気反応の鈍化
  - サーフアクタンの産生低下による無気肺の増加
  - 肺免疫障害による感染感受性の増大
  - 咽頭反射の減弱と嚥下困難による誤嚥性肺炎の可能性

Wernerman J, Hammarqvist F, Gamrin L, Essen P. *Baillieres Clin Endocrinol Metab.* 1996;10:603-615.  
Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.  
Deleme S, Ray P. *Age Ageing.* 2008;37:251-257.

## 肺の変化:機械的人工換気

- 胸部硬直の増大
  - 脊柱後弯症
  - 呼吸仕事量増加
- 強制全肺気量、肺活量、FEV<sub>1</sub>の低下
- 吸気・呼気力の低下
- 呼吸筋力低下(↓ 25%)

Nagappan R, Parkin G. *Crit Care Clin.* 2003;19:253-270.

Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.

Carson SS, Cox CE, Holmes GM, et al. *J Intensive Care Med.* 2006;21:173-182.

Delerme S, Ray P. *Age Ageing.* 2008;37:251-257.

Wilmore DW. *N Engl J. Med.* 1991;325:695-702.

## 心肺相互作用

- 陽圧換気は静脈還流と心拍出量を減少させる
  - 右心房壁に埋め込まれた細胞からの心房性ナトリウム利尿ペプチドの放出を抑制する
  - 心房性ナトリウム利尿ペプチドによって媒介されるナトリウムおよび水の腎排泄の触媒である心房伸展を制限する
  - 右心房の迷走神経伸展受容体によって感知される静脈還流の減少は、下垂体後葉からのADHの放出を刺激し、さらに体液貯留に寄与する

## 心肺要約

- 心臓および呼吸予備能の低下は、高齢者では急速な代償不全を引き起こし、補正までの反応時間が遅くなる可能性がある
- 肺傷害(肺炎)は心不全増悪の引き金となりうる
- 急性呼吸不全は血行力学的ショックに起因しうる



## 腎臓の変化:生理学

- ネフロンの喪失(年間0.5~1%)
- 腎血漿流量の減少(10年当たり10%)
- 髓質ネフロンの濃縮能の低下
- ADHに対する対応の低下
  - より多くの自由水喪失、より大きな脱水、電解質不均衡(高カリウム血症、低ナトリウム血症)
  - 高齢者によくみられるサイアザイド誘発性低ナトリウム血症

Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.  
Delerme S, Ray P. *Age Ageing.* 2008;37:251-257.  
Nagappan R, Parkin G. *Crit Care Clin.* 2003;19:253-270.

## 腎臓の変化:生理学

- 高齢患者の13.9%に存在する潜在性腎不全
  - 血清クレアチニンが正常であるにもかかわらずGFRが低下
  - 高血圧および糖尿病の有病率の増加による可能性がある
  - 親水性薬物による副作用リスクの増加:血清クレアチニンではなく、推定クレアチニンクリアランスに基づいて投薬量を調整!
- クレアチニンクリアランスの低下およびGFRの低下: Cockcroft-Gault推定クレアチニンクリアランス $= (140 - \text{年齢}) \times \text{重量}(\text{kg}) / 72 \times \text{血清クレアチニン}$

Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.  
Delorme S, Ray P. *Age Ageing.* 2008;37:251-257.  
Nagappan R, Parkin G. *Crit Care Clin.* 2003;19:253-270.

## 栄養:筋肉の消耗

- 栄養不良は入院時に高齢者によくみられ、入院中に急速に発症することがある
- 重症疾患はストレス誘発性代謝亢進過程であり、糖新生を介して脂肪、グリコーゲン、蛋白貯蔵を動員する
- 急速な筋肉の消耗
- ベッド上安静で動かないことは、筋肉量の減少につながり、入院中の栄養不良を招き、さらに衰弱させる
- 過剰カロリーの提供は、長期入院ICU患者の筋肉崩壊を予防しない

Nagappan R, Parkin G. *Crit Care Clin.* 2003;19:253–270.

Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176–S182.

Delorme S, Ray P. *Age Ageing.* 2008;37:251–257.

Needham DM, Davidson J, Cohen H, et al. *Crit Care Med.* 2012;40:502–509.

- 低体重高齢者の死亡率増加
- 高齢者の術後死亡率増加に関連するアルブミンおよびプレアルブミンの低値
- 基礎代謝率(BMR)は、体温が37°Cを超えると1度上昇するごとに10%上昇する
- 敗血症は体温に関係なくBMRを9%増加させる
- 熱傷は、侵された表面積が30%を超える場合、BMRを100%増加させる

Delerme S, Ray P. Age Ageing.2008;37:251-257.

Needham DM, Davidson J, Cohen H, et al.Crit Care Med.2012;40:502-509.

## 栄養:評価

- 栄養相談を依頼する
- 高齢者全員の栄養状態を評価する
  - プレアルブミン
  - トランスフェリン
  - 間接熱量測定
  - C反応性蛋白:炎症マーカー、プレアルブミンとの逆相関
- ICU入室後24時間以内に栄養サポートを開始する

Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.



## 薬剤: 高齢者の生理

- 副作用は、高齢者で最もよくみられる医原性疾患である
- 年齢は薬物有害相互作用の独立した危険因子である
- 高齢者では体脂肪が増加(25%~50%)、体水分が減少している
  - 親水性薬物(ジゴキシン、テオフィリン)は分布容積が低く、より高いレベルに速く到達する
  - 親油性薬物(向精神薬)は分布容積が大きく、次第に蓄積する
- 薬物排泄障害(腎、肝)
- 効果:多くの薬剤で半減期の延長、作用持続時間の延長

Nagappan R, Parkin G. *Crit Care Clin.* 2003;19:253-270.  
Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.  
Deleme S, Ray P. *Age Ageing.* 2008;37:251-257.



## 薬剤: 高齢者の生理

- 血清アルブミンの低下により遊離薬物濃度が上昇し、より大きな薬理作用を示す
- 血漿アルブミンの低下は浸透圧を低下させ、サードスペースへの体液移動と浮腫をきたす
- チトクロームp450活性の低下により排泄が減少する(とくにワルファリン、テオフィリン)
- 一般的に使用される薬物に対する受容体の感受性の変化
  - 感度が高い:ワルファリン、麻薬、鎮静薬、抗コリン薬
  - 感度が低い: $\beta$  アドレナリン作動薬/拮抗薬
- 多剤併用は有害な薬物相互作用の可能性を増大させる
  - 7%が5薬以上、24%が10薬以上

Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.  
Wunsch H, Guerra C, Barnato AE, et al. *JAMA.* 2010;303:849-856.  
Delerme S, Ray P. *Age Ageing.* 2008;37:251-257.



## 投薬:投与

- 副作用を伴うことが最も多い薬剤
  - ジギタリス
  - ACE阻害薬
  - 血糖降下剤
- 高齢者で造影剤腎毒性が増加
  - 造影検査による予防措置の使用を確実にする
- 投薬開始時:少なめに始め、ゆっくり!
  - 血清濃度を測定し、必要に応じて調整する
  - 特に鎮静薬や抗精神病薬で重要

Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.

## せん妄

- びまん性脳機能不全の指標
- 4つの疾患クラスに関連する
  - 原発性脳疾患(感染症、腫瘍、脳卒中、認知症)
  - 全身性疾患(感染症、心臓、肺、肝臓、尿毒症、内分泌)
  - 中毒(エチルアルコール、薬物、毒素)
  - 離脱症状(エチルアルコール、ベンゾジアゼピン、バルビツール酸)
- 入院高齢者患者の33%~50%にみられる
- ICUで高齢者の最大70%にみられる

Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.  
Delerme S, Ray P. *Age Ageing.* 2008;37:251-257.

## せん妄:素因

- 以前の認知障害:認知症患者はせん妄を発症する可能性が5倍高い
- 器質的脳疾患
- 慢性疾患
- 睡眠不足と概日睡眠-覚醒サイクルの崩壊
- 薬物/アルコール使用
- 不慣れな環境/社会的孤立
- 鎮静薬、向精神薬の使用や拘束は症状を悪化させ、誤嚥や潰瘍のリスクを高める可能性がある

Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.  
Deleme S, Ray P. *Age Ageing.* 2008;37:251-257.

## せん妄:後遺症

- 可動性の喪失、萎縮、拘縮、褥瘡、転倒、血栓塞栓症、失禁、食欲不振、便秘、意欲低下につながる可能性がある
- 入院期間の延長、介護施設の設置、死亡率の増加に関連
- 重症疾患に共通する相互作用メカニズム:

1. 低酸素症
2. 低血圧
3. 炎症
4. グルコース調節障害
5. 異化作用
6. 栄養欠乏
7. 気管挿管
8. ベッド上安静
9. ベンゾジアゼピン
10. 抑制

Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.  
DeLorme S, Ray P. *Age Ageing.* 2008;37:251-257.



## せん妄: 予防と治療

- 一定の観察、拘束の最小化
- 明るく予測可能な環境
- 眼鏡、聴覚補助具、義歯
- スタッフと家族による頻繁な体位変換
- 正常な睡眠-覚醒サイクルの確立
- 根本原因の同定
- 有害な薬物の最小化
  - 神経遮断薬、オピオイド、抗コリン薬、鎮静薬、H2ブロッカー

Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.  
DeLorme S, Ray P. *Age Ageing.* 2008;37:251-257.



## 術後認知機能障害 (POCD)

- 急性、短期の認知障害、記憶障害、手術後の注意障害
- 術後1週間で非心臓手術高齢者の26%に存在;術後3ヵ月で9.9%
- 退院時まで心臓手術後の高齢者の80%に存在;手術後6週で50%
- 低酸素血症、敗血症、電解質平衡異常の最初の徴候であることもあるが、通常は特発性である
  - 麻酔と神経伝達物質の加齢変化との相互作用が疑われる

Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.

## POCD:予後と危険因子

### ○ 予後

- 良好:ほとんどの患者で一過性の症状
- POCDの延長:数カ月から数年続くことがある

### ○ 危険因子

- 年齢!
- 麻酔時間、術後感染、呼吸器合併症
- 年齢はPOCD延長の唯一の危険因子である

Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.



## 褥瘡

- 今では「決して起こってはならないこと」と考えられており、医療費の還付は行われていない
- 高齢者の不動と関連
- 褥瘡の50%は70歳以上で発生する
- 部位:仙骨、坐骨結節、股関節、踵部、肘関節、膝関節、足関節、後頭部
- ベッドまたは椅子に1週間固定させられた患者の28%に認められる
- 高死亡率
  - 入院後2週間以内に発症した場合の死亡率は73%
  - 潰瘍が原因の場合、敗血症に至ることがあり、死亡率は60%である。

Wunsch H, Guerra C, Barnato AE, et al. JAMA.2010;303:849–856.



## 褥瘡:予防

- 十分な栄養、水分補給、疼痛コントロールの確保
- 早期授動
- スキンケア相談
- リハビリ相談

Wunsch H, Guerra C, Barnato AE, et al. JAMA.2010;303:849-856.



# 重症多発ニューロパチーとミオパチー(CIPNM)

- ICUで獲得された神経筋脱力
- ICU患者の約75%にみられる
- ICU後の障害に寄与する
- 危険因子
  - 敗血症、SIRS、多臓器不全
  - ICU薬:神経筋遮断薬、コルチコステロイド、アミノグリコシド
- 50歳以上の患者で最も頻度が高い
- リスクのある高齢者:
  - 慢性疾患負荷の増加
  - 不動(病前およびICU内)
  - サルコペニア、栄養不良のリスク

Dalton RE, Tripathi RS, Abel EE, et al. HSR Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth.2012;4:15-19.

Hermans G, De Jonghe B, Bruyninckx F, et al.Cochrane Database Syst Rev. 2014;1:CD006832.

Visser LH.Eur J Neurol.2006;13:1203-1212.

Schweickert WD, Hall J. Chest.2007;131:1541-1549.

Herridge MS, Tansey CM, Matte A, et al. N Engl J Med. 2011;364:1293-1304.

## CIPNM:診断と管理

- 呼吸器系の原因がない場合、離脱不全を伴うCIPNMを考慮
- 臨床検査:遠位の疼痛感受性の消失などの神経筋障害、DTRは正常～消失～消失
- 筋電図検査は非特異的なことがある
- ミオパチーの筋生検基準
- 介入
  - 血糖コントロール
  - 栄養
  - 早期可動性
  - 過度の鎮静、高用量コルチコステロイド、麻痺薬の回避

Dalton RE, Tripathi RS, Abel EE, et al. HSC Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth.2012;4:15-19.

Hermans D, De Jonghe B, Bruyninckx F, et al.Cochrane Database Syst Rev. 2014;1:CD006832.

Visser LH.Eur J Neurol.2006;13:1203-1212.

Maffioletti NA, Roig M, Karatzanos E, et al. BMC Med.2013;11:137.

Parry SM, Berney S, Granger CL, et al.Crit Care Med.2013;41:2406-2418.

## 年齢と死亡率

- 年齢はICU死亡の進行リスクと関連する
  - 死亡率:65歳以上 36.8%  
45歳以下 14.8%
  - ICU後1年生存率:65歳以上 47%  
35歳以下 83%

年齢(歳)	ICU生存率	3ヵ月生存率
<75	80%	
75-79	68%	54%
80-84	75%	56%
≥85	69%	51%

Somme D, Maillet JM, Gisselbrecht M, et al.  
*Intensive Care Med.*2003;29:2137-2143.

Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.

## 患者の転帰

- 集中治療後症候群:3大罹病カテゴリー
  - 身体的:「ICUで獲得した衰弱」
  - 認知:「長期的な認知障害」
  - メンタルヘルス:DSMを活用した病状把握
- 亜急性施設に退院した80歳代患者の病院生存者は、自宅に退院した生存者と比較して死亡率が高い(31% vs 17%)
- 入院前の併存疾患に直接関係する亜急性施設への退院の可能性

Dalton RE, Tripathi RS, Abel EE, et al. *HSR Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth.* 2012;4:15-19.  
Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176-S182.

## ICU使用の最適化

- **GOAL:**悲劇の最小化、尊厳の最大化
  - ICUケアは、回復可能な状態に対する一時的な生理学的支持を提供すべきである
  - 高齢者の入院の基本決定は、患者の併存疾患、疾患の重症度、以前の機能状態、患者の希望に基づいて行う
  - 事前指示書および挿管、CPR、血管作動薬の希望を必ず明確にし、文書化する

Marik PE. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176–S182.



## ケーススタディ

- 症例は83歳の男性で、腹部大動脈瘤の医学的診断で心胸部ICUに入室している。患者は6cmの動脈瘤の待機的外科的修復を受けた。大動脈遮断の持続時間は80分であった。血清トロポニンおよびクレアチニン値は術前にわずかに上昇し、術後は中等度にも上昇した。術中無症候性急性心筋梗塞と診断した。患者は一時的な透析を必要とする急性尿細管壊死を発症した。患者の術後経過は初期には不安定であり、機械的人工換気補助への長期依存を合併した。

## 質問1

高齢者の静脈還流量および心拍出量に対する陽圧換気の最も可能性の高い影響は何か？

- A. 右心房を伸展させる前負荷(静脈還流)の増大により、心房性ナトリウム利尿ペプチドが放出され、それにより過剰な水分とナトリウムの排泄が改善される。
- B. 静脈還流量の増加により心拍出量が上昇し、末梢臓器組織灌流、腎血流量、尿量が増加する。
- C. 機械的換気は胸腔内圧を上昇させ、それによって右心房に戻る血液量(前負荷)を減少させ、続いて心拍出量を妨げる。
- D. 抗利尿ホルモンを産生する迷走神経伸張受容体を刺激する前負荷の増大により、全身の体液貯留が悪化する。

## 質問1 根拠

高齢者の静脈還流量および心拍出量に対する陽圧換気の最も可能性の高い影響は何か？

- A. 右心房を伸展させる前負荷(静脈還流)の増大により、心房性ナトリウム利尿ペプチドが放出され、それにより過剰な水分とナトリウムの排泄が改善される。
- B. 静脈還流量の増加により心拍出量が上昇し、末梢臓器組織灌流、腎血流量、尿量が増加する。
- C. 機械的換気は胸腔内圧を上昇させ、それによって右心房に戻る血液量(前負荷)を減少させ、続いて心拍出量を妨げる。
- D. 抗利尿ホルモンを産生する迷走神経伸張受容体を刺激する前負荷の増大により、全身の体液貯留が悪化する。

## 質問2

重症高齢者では、患者の評価と管理に最も適切な概念は以下のうちどれか。

- A. 年齢のみに頼る
- B. 生理学的年齢の考慮
- C. 心筋虚血に着目する
- D. 入院高齢者患者の80%にみられるせん妄の予期

## 質問2 根拠

重症高齢者では、患者の評価と管理に最も適切な概念は以下のうちどれか。

- A. 年齢のみに頼る
- B. **生理学的年齢の考慮**
- C. 心筋虚血に着目する
- D. 入院高齢者患者の80%にみられるせん妄の予期

## 質問3

以下の介入のうち、臨床医の栄養補給に関する適切な知識を示すものはどれか。

- A. 術後少なくとも3日間は経腸栄養を控える
- B. 栄養相談の依頼
- C. 体重増加を防ぐためのカロリー摂取の制限
- D. 筋肉の消耗を防ぐために余分なカロリーを与える

## 質問3 根拠

以下の介入のうち、臨床医の栄養補給に関する適切な知識を示すものはどれか。

- A. 術後少なくとも3日間は経腸栄養を控える
- B. **栄養相談の依頼**
- C. 体重増加を防ぐためのカロリー摂取の制限
- D. 筋肉の消耗を防ぐために余分なカロリーを与える



## 参考文献

- Nagappan R, Parkin G. Geriatric critical care. *Crit Care Clin.* 2003;19:253–270.
- Marik PE. Management of the critically ill geriatric patient. *Crit Care Med.* 2006;34(9 suppl):S176–S182.
- Carson SS, Cox CE, Holmes GM, Howard A, Carey TS. The changing epidemiology of mechanical ventilation: a population-based study. *J Intensive Care Med.* 2006;21:173–182.
- Wunsch H, Guerra C, Barnato AE, Angus DC, Li G, Linde-Zwirble WT. Three-year outcomes for Medicare beneficiaries who survive intensive care. *JAMA.* 2010;303:849–856.
- Bucher L. Nursing management: critical care In: Lewis SL, Dirksen SR, Heitkemper MM, Bucher L, eds. *Medical–Surgical Nursing: Assessment and Management of Clinical Problems.* 9th ed. St. Louis, MO: Elsevier Mosby; 2014:1598–1630.

## 参考文献

- Rosenthal RA, Kavic SM. Assessment and management of the geriatric patient. *Crit Care Med*. 2004;32(4 suppl):S92–S105.
- Beliveau MM, Multach M. Perioperative care for the elderly patient. *Med Clin North Am*. 2003;87:273–289.
- Dhanani S, Norman DC. Care of the elderly patient. In: Bongard FS, Sue DY, Vintch J, eds. *Current Diagnosis and Treatment Critical Care*. 3rd ed. New York, NY: The McGraw–Hill Companies, Inc; 2008.
- Delerme S, Ray P. Acute respiratory failure in the elderly: diagnosis and prognosis. *Age Ageing*. 2008;37:251–257.
- Wilmore DW. Catabolic illness: strategies for enhancing recovery. *N Engl J Med*. 1991;325:695–702.

## 参考文献

- Wernerman J, Hammarqvist F, Gamrin L, Essén P. Protein metabolism in critical illness. *Baillieres Clin Endocrinol Metab.* 1996;10:603–615.
- Needham DM, Davidson J, Cohen H, et al. Improving long-term outcomes after discharge from intensive care unit: report from a stakeholder's conference. *Crit Care Med.* 2012;40:502–509.
- Dalton RE, Tripathi RS, Abel EE, et al. Polyneuropathy and myopathy in the elderly. *HSR Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth.* 2012;4:15–19.
- Hermans G, De Jonghe B, Bruyninckx F, Van den Berghe G. Interventions for preventing critical illness polyneuropathy and critical illness myopathy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;1:CD006832.

## 参考文献

- Visser LH. Critical illness polyneuropathy and myopathy: clinical features, risk factors and prognosis. *Eur J Neurol.* 2006;13:1203–1212.
- Schweickert WD, Hall J. ICU-acquired weakness. *Chest.* 2007;131:1541–1549.
- Herridge MS, Tansey CM, Matté A, et al. Functional disability 5 years after acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2011;364:1293–1304.
- Maffiuletti NA, Roig M, Karatzanos E, Nanas S. Neuromuscular electrical stimulation for preventing skeletal-muscle weakness and wasting in critically ill patients: a systematic review. *BMC Med.* 2013;11:137.
- Parry SM, Berney S, Granger CL, Koopman R, El-Ansary D, Denehy L. Electrical muscle stimulation in the intensive care setting: a systematic review. *Crit Care Med.* 2013;41:2406–2418.