

# Déficit calorique du patient de réanimation : à traiter ou à contempler ?

## The energy deficit of the critically ill patient: to treat or not to treat?

S. Graf · N. Maisonneuve · Y. Fleury · C.P. Heidegger

Reçu le 14 février 2011 ; accepté le 21 avril 2011  
© SRLF et Springer-Verlag France 2011

**Résumé** La prise en charge multidisciplinaire d'un patient hospitalisé en réanimation présente de multiples défis. Outre l'instabilité hémodynamique et respiratoire, l'équilibre métabolique est profondément altéré chez ces patients. Le catabolisme et un apport nutritionnel compromis simultanément induisent un déficit protéinoénergétique aux conséquences négatives. La quantité de calories à administrer chez ces patients reste toutefois un sujet controversé. L'insuffisance aussi bien que l'excès d'apport calorique pouvant être délétères pour les patients, il est par conséquent primordial de déterminer précocement leurs besoins énergétiques. La calorimétrie indirecte (CI) est la méthode recommandée. En l'absence de celle-ci, des équations prédictives pondérées par des facteurs de correction sont utilisées, mais restent imprécises. En pratique, la Société européenne de nutrition (ESPEN) recommande des formules simplifiées, basées sur le poids corporel anamnétique. Une fois les besoins énergétiques déterminés, il faut choisir la voie d'administration appropriée. La nutrition entérale (NE) doit être le premier choix de soutien si le tube digestif est fonctionnel. Cependant, la voie entérale est souvent associée à un déficit d'apport calorique cumulé, qui aggrave l'état de dénutrition du patient en réanimation et augmente l'incidence des complications secondaires (mortalité, morbidité, durée de ventilation mécanique et du séjour hospitalier). L'ajout d'une nutrition parentérale (NP) en complément est une des alternatives proposées afin de pallier ce déficit calorique. La sensibilisation des équipes soignantes sur les conséquences potentiellement graves de la dénutrition et leur adhérence à

des protocoles nutritionnels s'intègre dans un processus de qualité de soins. *Pour citer cette revue : Réanimation 20 (2011).*

**Mots clés** Déficit énergétique · Dénutrition · Nutrition entérale · Réanimation · Soins intensifs

**Abstract** The multidisciplinary care of a critically ill patient is a real challenge. In addition to the haemodynamic and respiratory instability, the metabolic balance is seriously altered in such a patient. The catabolism and a simultaneous compromised nutritional intake induce a proteino-energy deficit with negative consequences. The assessment of caloric needs for the critically ill patient is still a matter of debate. The lack of, as well as the excess, of energy supply is associated with a worse patient's outcome, emphasizing the importance of determining the appropriate energy target as soon as possible. Indirect calorimetry is considered as the gold standard in clinical practice. The energy needs may be otherwise estimated by predictive equations, adjusted with corrective factors, but these are often inaccurate. Experts recommend simple formulae based on the patient's actual body weight. Once the energy target is determined, the appropriate nutritional delivery route must be chosen. Enteral nutrition is considered to be the first choice in case of a functional digestive tract. However, the enteral route is often associated with a cumulative deficit of energy intake, which may worsen the malnutrition of the critically ill patient and increase the incidence of secondary complications (mortality, morbidity, duration of mechanical ventilation, and length of hospital stay). Supplemental parenteral nutrition is one of the alternatives proposed to prevent this energy deficit. Raising awareness of health care teams on the potentially serious consequences of malnutrition and their adherence to nutritional protocols is an integral part of the process of quality of care. *To cite this journal: Réanimation 20 (2011).*

---

S. Graf · Y. Fleury · C.P. Heidegger (✉)  
Département d'anesthésiologie, de pharmacologie  
et de soins intensifs, service des soins intensifs,  
Hôpitaux universitaires de Genève,  
4, rue Gabrielle-Perret-Gentil,  
CH-1211 Genève 14, Suisse  
e-mail : claudia-paula.heidegger@hcuge.ch

S. Graf · N. Maisonneuve  
Service de nutrition clinique,  
Hôpitaux universitaires de Genève, Suisse

**Keywords** Energy deficit · Malnutrition · Nutritional support · Critical illness · Intensive care unit

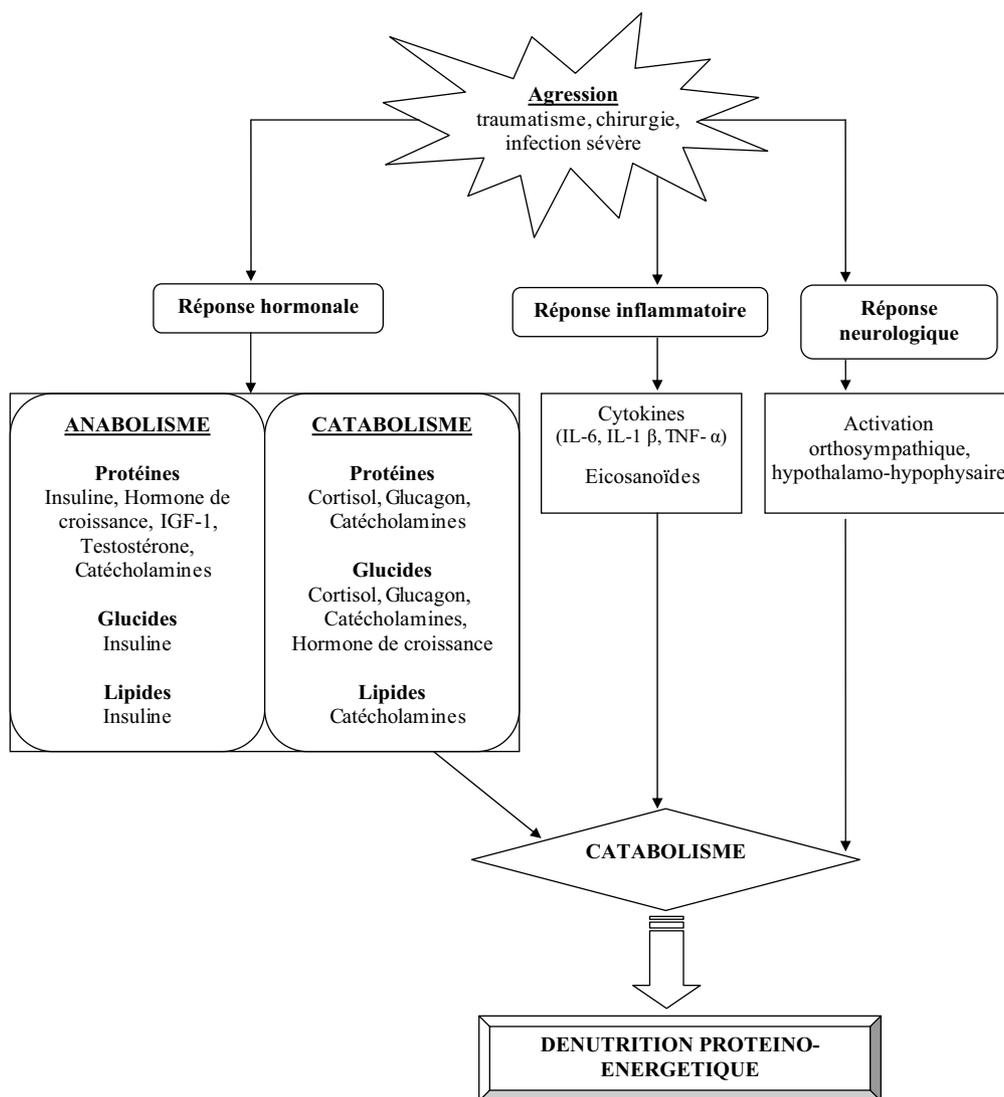
## Introduction

La dénutrition concerne environ 50 % des patients admis dans les hôpitaux européens, toutes unités de soins confondues [1], et joue un rôle important dans l'évolution des patients en réanimation. L'association entre le stress métabolique de la maladie aiguë et un soutien nutritionnel insuffisant conduit à une protéolyse, qui est à l'origine d'une dénutrition protéinoénergétique influençant de manière négative le pronostic des patients [2,3]. Les études cliniques menées ces dix dernières années dans les services de réanimation ont montré qu'un déficit nutritionnel est délétère pour le devenir clinique des patients, cela se manifestant par une augmentation des complications infectieuses [4], de la durée de ventilation mécanique [5], d'un retard de cicatrisation, d'une augmentation de la durée du séjour [2] et, par conséquent, des coûts hospitaliers [6].

Ainsi, ces résultats ont contribué à démontrer l'importance de l'assistance nutritionnelle en réanimation et ont incité les sociétés européenne et américaine de nutrition à édicter des recommandations [7–10]. Si la volonté d'assurer un apport nutritionnel optimal fait désormais partie des pratiques courantes de soins hospitaliers, la réalité du terrain rend cet objectif souvent difficile.

## Métabolisme altéré chez le patient de réanimation

L'agression sévère commune à tous les patients de réanimation induit des réponses métaboliques qui ont pour objectif de redistribuer les priorités au profit du maintien de l'équilibre hémodynamique, du système immunitaire et du processus cicatriciel (Fig. 1). La réponse métabolique à



**Fig. 1** Réponse métabolique au stress subi par le patient de réanimation (adapté selon Preiser et Devos [11])

l'agression s'accompagne d'une augmentation du turnover protéique avec une protéolyse accrue et une synthèse protéique diminuée. Ce catabolisme protéique est activé par des cytokines pro-inflammatoires (TNF-alpha, IL-1, IL-6) et par des hormones sécrétées suite à l'agression (cortisol, catécholamines, glucagon) [11].

Le reflet de ces changements métaboliques est une augmentation des pertes azotées urinaires, de l'oxydation lipidique et de l'insulinorésistance relative [12]. Cette dernière est un mécanisme adaptatif qui réduit l'utilisation périphérique du glucose et stimule la néoglucogenèse hépatique, le tout conduisant à une hyperglycémie [13]. Sous l'effet de l'hyperinsulinémie et de la sécrétion accrue des catécholamines, la céto-genèse diminue et favorise aussi la néoglucogenèse des acides aminés, diminuant ainsi la réserve protéique musculaire du patient [1].

Si les mécanismes adaptatifs destinés à redistribuer les priorités métaboliques sont considérés comme bénéfiques sur une courte durée, à long terme ils conduisent à une dénutrition protéique majeure. La mise en place d'un soutien nutritionnel précoce a pour objectif de prévenir l'apparition de celle-ci, reconnue comme un facteur influençant grandement le pronostic vital [14–17].

Les besoins nutritionnels du patient agressé varient dans le temps. Durant le stade aigu de l'agression (72 à 96 heures après l'admission), qui est désigné dans la littérature anglo-saxonne comme *ebb-phase*, les nutriments administrés ne peuvent pas être efficacement métabolisés en énergie. À ce stade aigu, succède une étape de stabilisation métabolique, la *flow-phase*, qui permet une utilisation optimale des nutriments administrés [11].

## Déterminer les besoins caloriques chez le patient en réanimation

La dépense énergétique peut être déterminée par calorimétrie indirecte (CI), par des formules de prédiction et des logiciels informatiques. Elle est la résultante du métabolisme de base assurant le maintien des fonctions vitales, de la thermorégulation du corps, de l'effet thermique de la digestion et de la masse cellulaire active. Chez le patient de réanimation, la dépense énergétique va dépendre non seulement du métabolisme de base et de la présence ou non d'une dénutrition, mais aussi de l'intensité de l'agression sur l'organisme. La dépense énergétique du patient varie aussi en fonction de l'apparition de complications (infections, fièvre, reprises chirurgicales...) et des différents traitements reçus (médicaments, sédation, ventilation mécanique...). Durant cette phase aiguë de l'agression, le patient est donc plus à risque d'une sous-nutrition que d'une surnutrition. En effet, les deux peuvent être délétères [18,19], en raison des complications qui leurs sont liées [4,20,21]. Déterminer les besoins

protéinoénergétiques du patient de réanimation est donc crucial pour une prise en charge optimale.

## Calorimétrie indirecte

La CI est la méthode de référence pour mesurer précisément la dépense énergétique, puisqu'elle tient compte de l'état clinique actuel du patient qui peut varier au cours d'une même journée [22]. Elle mesure les volumes d'échange gazeux (volume d'oxygène consommé  $[VO_2]$  et volume de dioxyde de carbone produit  $[VCO_2]$ ) et permet de déduire la quantité d'adénosine triphosphate (ATP) dont le patient a besoin pour maintenir son métabolisme actif dans les conditions de mesure.

L'acquisition de ce matériel reste cependant limitée par son coût et par la disponibilité de machines validées en réanimation. Par ailleurs, certaines situations limitent son utilisation. Dans des conditions idéales, la CI devrait être réalisée chez un patient au repos, mais en état d'éveil, avec une stabilité respiratoire et se trouvant dans une neutralité thermique ambiante. La précision des mesures est fortement influencée par les fuites de gaz dans le circuit, ainsi que par la fraction inspirée d'oxygène ( $FiO_2$ ) qui doit être constante lors de la mesure (environ 30 minutes). Lorsque la différence entre le volume inspiré et le volume expiré est trop faible, c'est-à-dire lorsque la  $FiO_2$  est supérieure à 60 %, les mesures sont contestables [23].

## Équations prédictives pour évaluer la dépense énergétique

Bien que la CI soit considérée comme la méthode de référence, elle n'est pas facilement réalisable au quotidien. Faisy et al. ont en effet démontré que 43 % des patients en réanimation médicale, sous ventilation mécanique, ne présentent pas les critères adéquats pour la réalisation d'une mesure de CI [24].

Il existe d'autres méthodes pour évaluer la dépense énergétique. En effet, différentes formules prédictives ont été proposées. L'équation de Harris et Benedict [25], qui est prédictive du métabolisme de base en intégrant comme variables l'âge, la taille et le sexe, est souvent utilisée et ajustée selon des coefficients de correction. Diverses autres formules sont proposées telles que la méthode de Fick et l'équation de Frankenfield [24,26]. Cette dernière prend en compte la ventilation-minute, la dose de dobutamine, la température et la présence d'un état septique [26]. Bien que ces formules soient une alternative à la CI, elles sous-estiment ou surestiment régulièrement les besoins réels des patients [27]. En effet, il a été démontré que la corrélation entre les méthodes reste médiocre [24,27–29]. Par ailleurs, la complexité de saisie et la difficulté de mesure de variables telles que

le poids corporel rendent leur utilisation peu encourageante. La Société européenne de nutrition (ESPEN) propose des équations simplifiées, permettant d'estimer les besoins entre 20–25 kcal/kg de poids corporel par jour pendant la phase aiguë en réanimation (72 à 96 heures), puis entre 25–30 kcal/kg de poids corporel par jour durant la phase de rétablissement [8].

### Évaluation des besoins caloriques en pratique clinique

La dépense énergétique évolue d'un jour à l'autre ainsi qu'au cours d'une même journée. Cela est d'autant plus vrai pour le patient de réanimation pour lequel des facteurs comme la sévérité de l'agression, les comorbidités et les thérapeutiques utilisées influencent de manière importante ses besoins caloriques. À l'heure actuelle, il n'y a aucune étude indiquant des résultats solides concernant l'évolution de la dépense énergétique chez le patient sévèrement agressé, cela est aussi lié à la difficulté existante de pratiquer une CI lors des premiers jours en réanimation [22]. L'utilisation des formules de prédiction semble donc être le moyen le plus pratique d'évaluer les besoins jusqu'au moment où une CI devient possible. Celle-ci devrait être envisagée rapidement, surtout chez des patients obèses, âgés, cachectiques ou dénutris à l'admission, et qui représentent des situations pour lesquelles les formules de prédictions font défaut. Pour ces raisons et au vu des effets délétères que peuvent avoir la sur- comme la sous-nutrition, il semble indispensable de faire une mesure de CI au plus vite suivant la mise en route d'un support nutritionnel, idéalement dans les trois premiers jours. La CI a également sa place dans le suivi de la phase postagression du patient, durant laquelle les limitations initiales comme l'instabilité hémodynamique et une  $FiO_2$  supérieure à 60 % sont moins fréquentes. Durant cette phase, l'idéal serait la réalisation quotidienne de mesures de CI, afin de réajuster au mieux les prescriptions nutritionnelles, sachant que cela reste en pratique clinique un objectif peu réaliste, et c'est pourquoi nous proposons l'adaptation des besoins énergétiques par CI au moins une fois par semaine.

### Problématique du déficit d'apports en réanimation ?

Une étude allemande multicentrique, menée chez 1 209 patients de réanimation, a montré que la mise en place d'un support nutritionnel précoce, permettant d'atteindre la cible énergétique au cours des trois premiers jours, est associée à une diminution de la morbidité et de la mortalité [30]. Une fois la cible énergétique déterminée, il s'agit de la considérer comme l'objectif quotidien à atteindre, en l'absence de contre-indication et à condition que le pronostic vital à court

terme ne soit pas en jeu. Des études récentes ont en effet observé une corrélation entre un déficit énergétique durant la phase aiguë et l'augmentation des complications lors du séjour en réanimation [4,20,31,32]. L'étude de Villet et al., réalisée chez 48 patients de réanimation chirurgicale, a démontré que les déficits énergétiques mesurés sept jours après l'admission et les déficits cumulés au cours du séjour étaient corrélés avec le nombre total de complications ( $p = 0,048$ ), notamment infectieuses ( $p = 0,0049$ ) [4]. Les déficits énergétiques cumulés ne peuvent pas être rattrapés ou compensés par la suite, au cours de l'hospitalisation. Identifier précocement les causes d'insuffisance d'apports (Tableau 1) permettrait donc de mettre en place rapidement des actions correctives afin d'éviter que le déficit calorique ne se creuse.

### Délai de mise en place du support nutritionnel

Les groupes d'experts internationaux recommandent la mise en place précoce d'un support artificiel après stabilisation hémodynamique du patient [7–10,33]. En effet, l'étude d'Artinian et al. montre que les patients recevant une nutrition entérale (NE) dans les 48 heures suivant l'intubation, par rapport à ceux sans soutien nutritionnel, ont une réduction de la durée du séjour hospitalier ainsi que de la mortalité en réanimation [15]. Toutefois, une augmentation trop rapide des apports peut être délétère, comme l'atteste une autre étude menée chez 150 patients sous ventilation mécanique [34]. Une atteinte de la cible énergétique dès le premier jour, avec une NE seule, était associée à une augmentation du nombre d'infections et de la durée du séjour hospitalier par rapport à une hausse progressive du débit sur cinq jours [34]. Les groupes d'experts de l'ESPEN recommandent une augmentation progressive des apports en fonction de la tolérance digestive pour atteindre la cible calorique en 72 heures [8].

**Tableau 1** Causes d'insuffisance d'apports énergétiques en réanimation (adapté selon Ait Hssain et al. [1])

Initiation retardée de la nutrition
Doses caloriques prescrites en dessous des besoins réels
Doses caloriques apportées en dessous des calories prescrites
Doses caloriques absorbées en dessous des calories prescrites
Vomissements, reflux gastro-œsophagien
Résidus gastriques trop élevés
Diarrhées
Procédures nécessitant l'interruption de la nutrition : soins au patient, extubation, imagerie, physiothérapie respiratoire, bloc opératoire, etc.
Absence d'une voie d'administration

## Quelles sont les stratégies pour corriger le déficit énergétique ?

### Choix du support nutritionnel

La NE est considérée comme le premier choix de support à condition que le tube digestif soit fonctionnel [8,35]. Elle joue probablement un rôle bénéfique pour le maintien de la fonction du tube digestif et de la trophicité de la muqueuse intestinale. Deux études, l'une conduite au Canada [36] et l'autre en Grande-Bretagne [32], ont respectivement montré que seulement 52 et 56 % des calories prescrites étaient apportées par la voie entérale. Outre les mises à jeun itératives pour la réalisation de soins ou procédures (Tableau 1), les causes les plus fréquentes de diminution ou d'arrêt de la NE sont la présence de résidus gastriques trop élevés ou une intolérance digestive (diarrhées, arrêt du transit). En ce qui concerne les diarrhées, la diminution, voire l'arrêt de la NE n'aura pas d'effet bénéfique si une autre étiologie est en cause.

La nutrition parentérale (NP) a été très utilisée dans le passé malgré son coût plus élevé. Le manque de précaution ainsi qu'un suivi nutritionnel et glycémique insuffisant ont favorisé l'émergence de complications infectieuses et métaboliques qui sont désormais redoutées à la simple mention

de la NP. Encore aujourd'hui, des méta-analyses reprennent les données d'études réalisées avant 2001, avec des populations hétérogènes, dont les apports caloriques étaient insuffisants ou excessifs sans grande attention au contrôle glycémique [37–39].

De nos jours, la NP peut être administrée avec succès si elle est utilisée par des équipes entraînées [37,40]. La méta-analyse de Doig et al. [41], regroupant 11 études comparant la NE à la NP exclusive, indique pour la première fois un bénéfice de la NP totale en termes de mortalité (OR = 0,51, IC à 95 % : 0,27–0,97 ;  $p = 0,04$ ), et cela malgré une augmentation du taux d'infections dans ce groupe. Par contre, aucun bénéfice sur la survie n'a été constaté dans le groupe de la NP lorsque la NE était débutée dans les 24 heures. Cette méta-analyse confirme que l'utilisation d'une NP exclusive n'est pas associée à une surmortalité et présenterait même des avantages (Tableau 2). En cas de déficit calorique sous NE, l'ajout d'une NP en complément est ainsi une alternative à envisager [42]. Comme le montre le Tableau 3, les recommandations concernant les délais de mise en place et la durée du support diffèrent entre les groupes d'experts [7–10,33]. Il appartient donc aux cliniciens d'adapter et de reconsidérer la stratégie nutritionnelle au quotidien en fonction de l'évolution clinique, de la tolérance digestive et

**Tableau 2** Avantages et complications potentielles de la nutrition entérale (NE) vs parentérale (NP)

Nutrition entérale		Nutrition parentérale	
Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
	<i>Fonctionnels</i>		<i>Relatifs à la pose du cathéter veineux central</i>
Maintien de la trophicité intestinale	Diarrhées/constipation Résidu gastrique élevé	Couverture immédiate des besoins énergétiques	Ponction artérielle Pneumothorax
Risque infectieux diminué	Distension gastrique, crampes abdominales	Peu de risque de déficit bronchique	Thrombose veineuse Embolie gazeuse
Meilleure régulation de la glycémie et de l'insuline	Nausées, vomissements Reflux Aspirations bronchiques	Pas de risque d'intolérance gastro-intestinale	<i>Relatifs au cathéter</i> Occlusion, thrombose Infection, sepsis
	<i>Mécaniques</i>		<i>Métaboliques</i>
	Déplacement de la sonde Occlusion de la sonde Irritation, perforation Ulcère Sinusite		Hypo- hyperglycémie Dysfonction hépatique Métabolisme lipidique altéré Syndrome de renutrition
	<i>Métaboliques</i>		<i>Autre</i>
	Hyperglycémie Complications hydroélectrolytiques		Coût élevé
	<i>Postchirurgicales</i>		
	Fistules Abcès Péritonite		

<b>Tableau 3</b> Recommandations des sociétés d'experts européens (ESPEN) [8] et américains (ASPEN) [33] concernant le déficit nutritionnel en réanimation	
<b>ESPEN</b>	<b>ASPEN</b>
<b>Recommandations concernant la nutrition entérale (NE) et la nutrition parentérale (NP)</b>	
La NE doit être commencée chez tous les patients qui ne pourraient pas atteindre leur cible énergétique par une alimentation orale dans les 3 premiers jours (grade C)	La NE est préférable à la NP pour les patients ayant besoin d'une assistance nutritionnelle (grade B)
Si la NE est tolérée et permet une couverture énergétique optimale, la NP ne doit pas être utilisée (grade A)	Si la NE précoce ne peut pas être envisagée au cours des 7 premiers jours suivant l'admission en réanimation, aucun support nutritionnel ne devrait être commencé dans cet intervalle (grade C)
Si la NE est insuffisante ou mal tolérée, une NP complémentaire devrait être proposée afin d'atteindre la cible énergétique (grade C)	Une NP ne devrait être envisagée qu'au 7 <sup>e</sup> jour chez les patients non dénutris si la NE est impossible (grade E)
Une surnutrition est à proscrire	
Tous les patients susceptibles de ne pas pouvoir se nourrir normalement durant 10 jours devraient recevoir une NP, atteignant la cible énergétique dans les 24 à 48 heures après leur admission en réanimation (grade C)	
<b>Apports caloriques recommandés</b>	
Durant la phase aiguë de l'agression, l'apport énergétique doit se trouver au plus près des besoins énergétiques mesurés afin de minimiser le déficit (grade B)	La cible énergétique doit être clairement déterminée avant de débiter une NE (grade C)
	Les besoins énergétiques peuvent être mesurés par calorimétrie indirecte ou être calculés par des formules prédictives. Ces formules sont à utiliser avec précaution en raison de leur imprécision comparée à la calorimétrie indirecte

<b>Tableau 4</b> Recommandations pour une prise en charge optimale du patient de réanimation afin d'éviter les complications liées au déficit énergétique (adapté selon Ait Hssain et al. [1])
Dépister les patients dénutris à l'admission en réanimation
Dépister les patients avec facteurs de risque de dénutrition
Mesurer par calorimétrie indirecte ou estimer à l'aide des formules prédictives les cibles protéinoénergétiques
Mettre en place un support nutritionnel précoce et adéquat dans les 24 heures
Contrôler régulièrement la glycémie avec l'objectif d'éviter une hypoglycémie et de maintenir une glycémie $\leq 8,5$ mmol/l
Moduler la réponse inflammatoire à l'aide de l'immunonutrition (glutamine si NP totale) en l'absence de contre-indication
Être attentif à certains facteurs de risque : corticoïdes, myorelaxants
Réduire la sédation le plus précocement possible
Mettre en place un suivi du support nutritionnel avec un ajustement régulier de la cible calorique en fonction de la situation clinique du patient
Mobiliser précocement le patient de manière passive et débiter une activité physique active dès que possible
Envisager des outils de maintien de la masse musculaire (électrostimulation)

métabolique de leurs patients et d'y associer un contrôle glycémique régulier [39,43].

### Recommandations pratiques

Quel que soit le support choisi, la mise en place de protocoles visant à assurer les objectifs énergétiques et le suivi

nutritionnel améliorent significativement le devenir des patients [5,44]. Cependant, cette prise en charge reste complexe, même au sein d'hôpitaux disposant d'équipes expérimentées et sensibilisées à cette problématique (Tableau 2) [45–46]. La nutrition n'est pas toujours considérée comme une priorité dans la prise en charge médicale du patient de réanimation. La pratique clinique nous montre que

les arrêts itératifs de la NE, sans raison avérée ou sans remplacement afin de maintenir la cible calorique, sont malheureusement fréquents. Afin de sensibiliser les équipes soignantes et d'opérer des changements dans les pratiques cliniques actuelles, il est important d'organiser des formations régulières. Celles-ci devraient se concentrer sur l'application de protocoles nutritionnels et de recommandations pour une prise en charge optimale (Tableau 4). Un contrôle de qualité de ces formations par audit serait un bon indicateur pour évaluer les changements de pratiques.

## Conclusion

Le suivi nutritionnel optimisé doit faire partie intégrante de la prise en charge du patient en réanimation. Si la place de la nutrition est désormais reconnue, le déficit énergétique reste fréquent, conduisant à une dénutrition corrélée à une augmentation des complications. Bien que la NE soit le support nutritionnel privilégié, elle peut être associée à un déficit calorique cumulé qui ne peut plus être compensé. L'ajout d'une NP complémentaire peut être considéré comme une mesure corrective et préventive. Cette approche ne garantit toutefois pas la couverture des besoins caloriques, sans un contrôle quotidien des apports effectifs qui devraient atteindre la cible énergétique, et peut aussi, au contraire, induire une suralimentation avec tous les effets délétères qui lui sont connus. Par conséquent, le dépistage, l'identification des causes de déficit, puis l'application de mesures correctives précoces et spécifiques pour chaque patient, avec un suivi régulier, sont certainement l'approche idéale pour prévenir un déficit calorique.

**Conflit d'intérêt :** les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt.

## Références

1. Ait Hssain A, Souweine B, Cano NJ (2010) Physiopathologie de la dénutrition en réanimation. *Réanimation* 19:423–30
2. Correia MI, Waitzberg DL (2003) The impact of malnutrition on morbidity, mortality, length of hospital stay and costs evaluated through a multivariate model analysis. *Clin Nutr* 22:235–9
3. Pichard C, Kyle UG, Morabia A, et al (2004) Nutritional assessment: lean body mass depletion at hospital admission is associated with an increased length of stay. *Am J Clin Nutr* 79:613–8
4. Villet S, Chioloro RL, Bollmann MD, et al (2005) Negative impact of hypocaloric feeding and energy balance on clinical outcome in ICU patients. *Clin Nutr* 24:502–9
5. Martin CM, Doig GS, Heyland DK, et al (2004) Multicentre, cluster-randomized clinical trial of algorithms for critical-care enteral and parenteral therapy (ACCEPT). *CMAJ* 170:197–204
6. Amaral TF, Matos LC, Tavares MM, et al (2007) The economic impact of disease-related malnutrition at hospital admission. *Clin Nutr* 26:778–84
7. Kochevar M, Guenter P, Holcombe B, et al (2007) ASPEN statement on parenteral nutrition standardization. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 31:441–8
8. Kreymann KG, Berger MM, Deutz NE, et al (2006) ESPEN guidelines on enteral nutrition: intensive care. *Clin Nutr* 25:210–23
9. McClave SA, Martindale RG, Vanek VW, et al (2009) Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN). *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 33:277–316
10. Singer P, Berger MM, Van den Berghe G, et al (2009) ESPEN guidelines on parenteral nutrition: intensive care. *Clin Nutr* 28:387–400
11. Preiser JC, Devos P (2007) Physiopathologie du stress sévère. *Traité de nutrition artificielle de l'adulte*, 3<sup>e</sup> édition
12. Obled C, Papet I, Breuille D (2002) Metabolic bases of amino acid requirements in acute diseases. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 5:189–97
13. Li L, Messina JL (2009) Acute insulin resistance following injury. *Trends Endocrinol Metab* 20:429–35
14. Alberda C, Gramlich L, Jones N, et al (2009) The relationship between nutritional intake and clinical outcomes in critically ill patients: results of an international multicenter observational study. *Intensive Care Med* 35:1728–37
15. Artinian V, Krayem H, DiGiovine B (2006) Effects of early enteral feeding on the outcome of critically ill mechanically ventilated medical patients. *Chest* 129:960–7
16. Berger MM, Chioloro RL (2007) Hypocaloric feeding: pros and cons. *Curr Opin Crit Care* 13:180–6
17. Kyle UG, Genton L, Heidegger CP, et al (2006) Hospitalized mechanically ventilated patients are at higher risk of enteral underfeeding than non-ventilated patients. *Clin Nutr* 25:727–35
18. Blackburn GL, Wollner S, Bistrian BR (2010) Nutrition support in the intensive care unit: an evolving science. *Arch Surg* 145:533–8
19. Griffiths RD (2007) Too much of a good thing: the curse of overfeeding. *Crit Care* 11:176
20. Dvir D, Cohen J, Singer P (2006) Computerized energy balance and complications in critically ill patients: an observational study. *Clin Nutr* 25:37–44
21. Singer P, Pichard C, Heidegger CP, et al (2010) Considering energy deficit in the intensive care unit. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 13:170–6
22. Raynard B (2009) Place de la calorimétrie indirecte et des formules estimant la dépense énergétique des malades de réanimation. *Nut Clin Metab* 23:192–7
23. Faisy C, Taylor SJ (2009) Dépense énergétique en réanimation. *Réanimation* 18:477–85
24. Faisy C, Guerot E, Diehl JL, et al (2003) Assessment of resting energy expenditure in mechanically ventilated patients. *Am J Clin Nutr* 78:241–9
25. Harris J, Benedict F (1919) A biometric study of the basal metabolism in man. Carnegie Institution of Washington, Washington, DC. Publication n° 279
26. Frankenfield DC, Coleman A, Alam S, et al (2009) Analysis of estimation methods for resting metabolic rate in critically ill adults. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 33:27–36
27. Flancbaum L, Choban PS, Sambucco S, et al (1999) Comparison of indirect calorimetry, the Fick method, and prediction equations in estimating the energy requirements of critically ill patients. *Am J Clin Nutr* 69:461–6
28. Cheng CH, Chen CH, Wong Y, et al (2002) Measured versus estimated energy expenditure in mechanically ventilated critically ill patients. *Clin Nutr* 21:165–72

29. Pirat A, Tucker AM, Taylor KA, et al (2009) Comparison of measured versus predicted energy requirements in critically ill cancer patients. *Respir Care* 54:487–94
30. Pichard C, Kreymann G, Weimann A, et al (2008) Energy supply level correlates with ICU mortality: a multicentre study in a cohort of 1,209 patients (abstract). *Intensive Care Med* S97
31. De Jonghe B, Appere-De-Vechi C, Fournier M, et al (2001) A prospective survey of nutritional support practices in intensive care unit patients: what is prescribed? What is delivered? *Crit Care Med* 29:8–12
32. Woodcock NP, Zeigler D, Palmer MD, et al (2001) Enteral versus parenteral nutrition: a pragmatic study. *Nutrition* 17:1–12
33. Bankhead R, Boullata J, Brantley S, et al (2009) Enteral nutrition practice recommendations. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 33:122–67
34. Ibrahim EH, Mehringer L, Prentice D, et al (2002) Early versus late enteral feeding of mechanically ventilated patients: results of a clinical trial. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 26:174–81
35. Gramlich L, Kichian K, Pinilla J, et al (2004) Does enteral nutrition compared to parenteral nutrition result in better outcomes in critically ill adult patients? A systematic review of the literature. *Nutrition* 20:843–8
36. Sigalet DL, Mackenzie SL, Hameed SM (2004) Enteral nutrition and mucosal immunity: implications for feeding strategies in surgery and trauma. *Can J Surg* 47:109–16
37. Jeejeebhoy KN (2001) Total parenteral nutrition: potion or poison? *Am J Clin Nutr* 74:160–3
38. Marik PE, Pinsky M (2003) Death by parenteral nutrition. *Intensive Care Med* 29:867–9
39. van den Berghe G, Wouters P, Weekers F, et al (2001) Intensive insulin therapy in the critically ill patients. *N Engl J Med* 345:1359–67
40. Nardo P, Dupertuis YM, Jetzer J, et al (2008) Clinical relevance of parenteral nutrition prescription and administration in 200 hospitalized patients: a quality control study. *Clin Nutr* 27:858–64
41. Doig GS, Simpson F, Finfer S, et al (2008) Effect of evidence-based feeding guidelines on mortality of critically ill adults: a cluster randomized controlled trial. *JAMA* 300:2731–41
42. Heidegger CP, Romand JA, Treggiari MM, et al (2007) Is it now time to promote mixed enteral and parenteral nutrition for the critically ill patient? *Intensive Care Med* 33:963–9
43. Finfer S, Chittock DR, Su SY, et al (2009) Intensive versus conventional glucose control in critically ill patients. *N Engl J Med* 360:1283–97
44. Mackenzie SL, Zygun DA, Whitmore BL, et al (2005) Implementation of a nutrition support protocol increases the proportion of mechanically ventilated patients reaching enteral nutrition targets in the adult intensive care unit. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 29:74–80
45. Genton L, Dupertuis YM, Romand JA, et al (2004) Higher calorie prescription improves nutrient delivery during the first 5 days of enteral nutrition. *Clin Nutr* 23:307–15
46. Mentec H, Dupont H, Bocchetti M, et al (2001) Upper digestive intolerance during enteral nutrition in critically ill patients: frequency, risk factors, and complications. *Crit Care Med* 29:1955–61