



HAL
open science

Evaluation d'un protocole de nutrition entérale précoce en réanimation pédiatrique

Amélie Suriya Aratchige

► **To cite this version:**

Amélie Suriya Aratchige. Evaluation d'un protocole de nutrition entérale précoce en réanimation pédiatrique. Sciences du Vivant [q-bio]. 2013. hal-01731796

HAL Id: hal-01731796

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01731796v1>

Submitted on 14 Mar 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

UNIVERSITÉ DE LORRAINE
2013

FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY
N°

THÈSE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement
dans le cadre du troisième cycle de Médecine Spécialisée

Par

Amélie SURIYA ARATCHIGE

le 22 avril 2013

**ÉVALUATION D'UN PROTOCOLE DE NUTRITION
ENTÉRALE PRÉCOCE EN RÉANIMATION PÉDIATRIQUE**

Examineurs de la thèse :

M. François FEILLET	Professeur	Président
M. Didier QUILLIOT	Professeur	Juge
M. Sébastien GIBOT	Professeur	Juge
M. Alain MORALI	Médecin des Hôpitaux	Juge
M. Florent GIRARD	Médecin des Hôpitaux	Juge

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

Président de l'Université de Lorraine : Professeur Pierre MUTZENHARDT

Doyen de la Faculté de Médecine : Professeur Henry COUDANE

Vice Doyen « Pédagogie » : Professeur Karine ANGIOI
Vice Doyen *Mission* « *sillon lorrain* » : Professeur Annick BARBAUD
Vice Doyen *Mission* « *Campus* » : Professeur Marie-Christine BÉNÉ
Vice Doyen *Mission* « *Finances* » : Professeur Marc BRAUN
Vice Doyen *Mission* « *Recherche* » : Professeur Jean-Louis GUÉANT

Asseseurs :

- 1 ^{er} Cycle :	Professeur Bruno CHENUÉL
- « Première année commune aux études de santé (PACES) et universitarisation études para-médicales »	M. Christophe NÉMOS
- 2 ^{ème} Cycle :	Professeur Marc DEBOUVERIE
- 3 ^{ème} Cycle :	
« DES Spécialités Médicales, Chirurgicales et Biologiques »	Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI
« DES Spécialité Médecine Générale »	Professeur Paolo DI PATRIZIO
- Filières professionnalisées :	M. Walter BLONDEL
- Formation Continue :	Professeur Hervé VESPIGNANI
- Commission de Prospective :	Professeur Pierre-Edouard BOLLAERT
- Recherche :	Professeur Didier MAINARD
- Développement Professionnel Continu :	Professeur Jean-Dominique DE KORWIN
Asseseurs Relations Internationales	Professeur Jacques HUBERT

DOYENS HONORAIRES

Professeur Adrien DUPREZ – Professeur Jean-Bernard DUREUX
Professeur Jacques ROLAND – Professeur Patrick NETTER

=====

PROFESSEURS HONORAIRES

Jean-Marie ANDRE - Daniel ANTHOINE - Alain AUBREGE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND
- Pierre BEY Patrick BOISSEL - Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE - Jean-Claude BURDIN -
Claude BURLET -

Daniel BURNEL - Claude CHARDOT - François CHERRIER - Jean-Pierre CRANCE - Gérard DEBRY
- Jean-Pierre DELAGOUTTE - Emile de LAVERGNE - Jean-Pierre DESCHAMPS - Jean DUHEILLE -
Adrien DUPREZ - Jean-Bernard DUREUX - Gérard FIEVE - Jean FLOQUET - Robert FRISCH - Alain
GAUCHER - Pierre GAUCHER - Hubert GERARD

Jean-Marie GILGENKRANTZ - Simone GILGENKRANTZ - Oliéro GUERCI - Pierre HARTEMANN -
Claude HURIET

Christian JANOT - Michèle KESSLER - Jacques LACOSTE - Henri LAMBERT - Pierre LANDES -
Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Jacques LECLERE - Pierre LEDERLIN - Bernard
LEGRAS

Michel MANCIAUX - Jean-Pierre MALLIÉ – Philippe MANGIN - Pierre MATHIEU - Michel MERLE -
Denise MONERET-VAUTRIN - Pierre MONIN - Pierre NABET - Jean-Pierre NICOLAS - Pierre
PAYSANT - Francis PENIN - Gilbert PERCEBOIS - Claude PERRIN - Guy PETIET - Luc PICARD -
Michel PIERSON - Jean-Marie POLU - Jacques POUREL

Jean PREVOT - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER - Michel RENARD - Jacques ROLAND -
René-Jean ROYER Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT - Michel SCHWEITZER - Claude SIMON -
Danièle SOMMELET

Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Augusta TREHEUX - Hubert
UFFHOLTZ

Gérard VAILLANT - Paul VERT - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Michel WAYOFF – Michel
WEBER

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (*Anatomie*)

Professeur Gilles GROSDIDIER

Professeur Marc BRAUN

2^{ème} sous-section : (*Cytologie et histologie*)

Professeur Bernard FOLIGUET

3^{ème} sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Professeur François PLENAT – Professeur Jean-Michel VIGNAUD

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1^{ère} sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)

Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER

2^{ème} sous-section : (*Radiologie et imagerie médicale*)

Professeur Denis REGENT – Professeur Michel CLAUDON – Professeur Valérie CROISÉ-LAURENT

Professeur Serge BRACARD – Professeur Alain BLUM – Professeur Jacques FELBLINGER

Professeur René ANXIONNAT

44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{ère} sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)

Professeur Jean-Louis GUÉANT – Professeur Jean-Luc OLIVIER – Professeur Bernard NAMOUR

2^{ème} sous-section : (*Physiologie*)

Professeur François MARCHAL – Professeur Bruno CHENUÉL – Professeur Christian BEYAERT

3^{ème} sous-section : (*Biologie Cellulaire*)

Professeur Ali DALLOUL

4^{ème} sous-section : (*Nutrition*)

Professeur Olivier ZIEGLER – Professeur Didier QUILLIOT - Professeur Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT

45^{ème} Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{ère} sous-section : (*Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière*)

Professeur Alain LE FAOU - Professeur Alain LOZNIOWSKI – Professeur Evelyne SCHVOERER

3^{ème} sous-section : (*Maladies infectieuses ; maladies tropicales*)

Professeur Thierry MAY – Professeur Christian RABAUD

46^{ème} Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{ère} sous-section : (*Épidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Professeur Philippe HARTEMANN – Professeur Serge BRIANÇON - Professeur Francis GUILLEMIN

Professeur Denis ZMIROU-NAVIER – Professeur François ALLA

2^{ème} sous-section : (*Médecine et santé au travail*)

Professeur Christophe PARIS

3^{ème} sous-section : (*Médecine légale et droit de la santé*)

Professeur Henry COUDANE

4^{ème} sous-section : (*Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication*)

Professeur François KOHLER – Professeur Éliane ALBUISSON

47^{ème} Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{ère} sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Professeur Pierre BORDIGONI - Professeur Pierre FEUGIER

2^{ème} sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie*)

Professeur François GUILLEMIN – Professeur Thierry CONROY

Professeur Didier PEIFFERT – Professeur Frédéric MARCHAL

3^{ème} sous-section : (*Immunologie*)

Professeur Gilbert FAURE – Professeur Marie-Christine BENE

4^{ème} sous-section : (Génétique)

Professeur Philippe JONVEAUX – Professeur Bruno LEHEUP

48^{ème} Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1^{ère} sous-section : (Anesthésiologie - réanimation ; médecine d'urgence)

Professeur Claude MEISTELMAN – Professeur Hervé BOUAZIZ
Professeur Gérard AUDIBERT – Professeur Thomas FUCHS-BUDER – Professeur Marie-Reine LOSSER

2^{ème} sous-section : (Réanimation ; médecine d'urgence)

Professeur Alain GERARD - Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT

Professeur Bruno LÉVY – Professeur Sébastien GIBOT

3^{ème} sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)

Professeur Patrick NETTER – Professeur Pierre GILLET

4^{ème} sous-section : (Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie)

Professeur François PAILLE – Professeur Faiez ZANNAD - Professeur Patrick ROSSIGNOL

49^{ème} Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION

1^{ère} sous-section : (Neurologie)

Professeur Hervé VESPIGNANI - Professeur Xavier DUCROCQ – Professeur Marc DEBOUVERIE
Professeur Luc TAILLANDIER – Professeur Louis MAILLARD

2^{ème} sous-section : (Neurochirurgie)

Professeur Jean-Claude MARCHAL – Professeur Jean AUQUE – Professeur Olivier KLEIN

Professeur Thierry CIVIT – Professeur Sophie COLNAT-COULBOIS

3^{ème} sous-section : (Psychiatrie d'adultes ; addictologie)

Professeur Jean-Pierre KAHN – Professeur Raymund SCHWAN

4^{ème} sous-section : (Pédopsychiatrie ; addictologie)

Professeur Daniel SIBERTIN-BLANC – Professeur Bernard KABUTH

5^{ème} sous-section : (Médecine physique et de réadaptation)

Professeur Jean PAYSANT

50^{ème} Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE et CHIRURGIE PLASTIQUE

1^{ère} sous-section : (Rhumatologie)

Professeur Isabelle CHARY-VALCKENAERE – Professeur Damien LOEUILLE

2^{ème} sous-section : (Chirurgie orthopédique et traumatologique)

Professeur Daniel MOLE - Professeur Didier MAINARD

Professeur François SIRVEAUX – Professeur Laurent GALOIS

3^{ème} sous-section : (Dermato-vénérologie)

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ – Professeur Annick BARBAUD

4^{ème} sous-section : (Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)

Professeur François DAP – Professeur Gilles DAUTEL

51^{ème} Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE et VASCULAIRE

1^{ère} sous-section : (Pneumologie ; addictologie)

Professeur Yves MARTINET – Professeur Jean-François CHABOT – Professeur Ari CHAOUAT

2^{ème} sous-section : (Cardiologie)

Professeur Etienne ALIOT – Professeur Yves JUILLIERE – Professeur Nicolas SADOUL

Professeur Christian de CHILLOU

3^{ème} sous-section : (Chirurgie thoracique et cardiovasculaire)

Professeur Jean-Pierre VILLEMOT – Professeur Thierry FOLLIGUET

4^{ème} sous-section : (Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)

Professeur Denis WAHL – Professeur Sergueï MALIKOV

52^{ème} Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF et URINAIRE

1^{ère} sous-section : (Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)

Professeur Marc-André BIGARD - Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI – Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

3^{ème} sous-section : (Néphrologie)

Professeur Dominique HESTIN – Professeur Luc FRIMAT

4^{ème} sous-section : (Urologie)

Professeur Jacques HUBERT – Professeur Pascal ESCHWEGE

53^{ème} Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE et CHIRURGIE GÉNÉRALE

1^{ère} sous-section : (Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie)

Professeur Jean-Dominique DE KORWIN – Professeur Pierre KAMINSKY
Professeur Athanase BENETOS - Professeur Gisèle KANNY – Professeur Christine PERRET-GUILLAUME

2^{ème} sous-section : (Chirurgie générale)

Professeur Laurent BRESLER - Professeur Laurent BRUNAUD – Professeur Ahmet AYAV

54^{ème} Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

1^{ère} sous-section : (Pédiatrie)

Professeur Jean-Michel HASCOET - Professeur Pascal CHASTAGNER
Professeur François FEILLET - Professeur Cyril SCHWEITZER – Professeur Emmanuel RAFFO

2^{ème} sous-section : (Chirurgie infantile)

Professeur Pierre JOURNEAU – Professeur Jean-Louis LEMELLE

3^{ème} sous-section : (Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)

Professeur Jean-Louis BOUTROY - Professeur Philippe JUDLIN

4^{ème} sous-section : (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)

Professeur Georges WERYHA – Professeur Marc KLEIN – Professeur Bruno GUERCI

55^{ème} Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{ère} sous-section : (Oto-rhino-laryngologie)

Professeur Roger JANKOWSKI – Professeur Cécile PARIETTI-WINKLER

2^{ème} sous-section : (Ophtalmologie)

Professeur Jean-Luc GEORGE – Professeur Jean-Paul BERROD – Professeur Karine ANGIOI

3^{ème} sous-section : (Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)

Professeur Jean-François CHASSAGNE – Professeur Etienne SIMON – Professeur Muriel BRIX

A. PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

61^{ème} Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Professeur Walter BLONDEL

64^{ème} Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeur Sandrine BOSCHI-MULLER

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Professeur Jean-Marc BOIVIN

=====

PROFESSEUR ASSOCIÉ

Médecine Générale

Professeur associé Paolo DI PATRIZIO

=====

B. MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (Anatomie)

Docteur Bruno GRIGNON – Docteur Thierry HAUMONT – Docteur Manuela PEREZ

2^{ème} sous-section : (Cytologie et histologie)
Docteur Edouard BARRAT - Docteur Françoise TOUATI – Docteur Chantal KOHLER
3^{ème} sous-section : (Anatomie et cytologie pathologiques)
Docteur Aude BRESSENOT

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE
1^{ère} sous-section : (Biophysique et médecine nucléaire)
Docteur Jean-Claude MAYER - Docteur Jean-Marie ESCANYE
2^{ème} sous-section : (Radiologie et imagerie médicale)
Docteur Damien MANDRY

44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{ère} sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)
Docteur Sophie FREMONT - Docteur Isabelle GASTIN – Docteur Marc MERTEN
Docteur Catherine MALAPLATE-ARMAND - Docteur Shyue-Fang BATTAGLIA
2^{ème} sous-section : (Physiologie)
Docteur Mathias POUSSEL – Docteur Silvia VARECHOVA
3^{ème} sous-section : (Biologie Cellulaire)
Docteur Véronique DECOT-MAILLERET

45^{ème} Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE
1^{ère} sous-section : (Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière)
Docteur Véronique VENARD – Docteur Hélène JEULIN – Docteur Corentine ALAUZET
2^{ème} sous-section : (Parasitologie et mycologie)
Madame Marie MACHOUART

46^{ème} Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ
1^{ère} sous-section : (Epidémiologie, économie de la santé et prévention)
Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE – Docteur Frédérique CLAUDOT – Docteur Cédric BAUMANN
2^{ème} sous-section (Médecine et Santé au Travail)
Docteur Isabelle THAON
3^{ème} sous-section (Médecine légale et droit de la santé)
Docteur Laurent MARTRILLE
4^{ère} sous-section : (Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication)
Docteur Nicolas JAY

47^{ème} Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE
2^{ème} sous-section : (Cancérologie ; radiothérapie : cancérologie (type mixte : biologique))
Docteur Lina BOLOTINE
3^{ème} sous-section : (Immunologie)
Docteur Marcelo DE CARVALHO BITTENCOURT
4^{ème} sous-section : (Génétique)
Docteur Christophe PHILIPPE – Docteur Céline BONNET

48^{ème} Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE
3^{ème} sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique)
Docteur Françoise LAPICQUE – Docteur Marie-José ROYER-MORROT
Docteur Nicolas GAMBIER – Docteur Julien SCALA-BERTOLA

50^{ème} Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE et CHIRURGIE PLASTIQUE

1^{ère} sous-section : (Rhumatologie)
Docteur Anne-Christine RAT
3^{ème} sous-section : (Dermato-vénérologie)
Docteur Anne-Claire BURSZTEJN
4^{ème} sous-section : (Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)
Docteur Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

51^{ème} Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

4^{ème} sous-section : (*Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire*)

Docteur Stéphane ZUILY

53^{ème} Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE et CHIRURGIE GÉNÉRALE

1^{ère} sous-section : (*Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie*)

Docteur Laure JOLY

54^{ème} Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

3^{ème} sous-section :

Docteur Olivier MOREL

5^{ème} sous-section : (*Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale*)

Docteur Jean-Louis CORDONNIER

=====

MAÎTRE DE CONFÉRENCE DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Docteur Elisabeth STEYER

=====

C. MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5^{ème} section : SCIENCE ÉCONOMIE GÉNÉRALE

Monsieur Vincent LHUILLIER

19^{ème} section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE

Madame Joëlle KIVITS

40^{ème} section : SCIENCES DU MÉDICAMENT

Monsieur Jean-François COLLIN

60^{ème} section : MÉCANIQUE, GÉNIE MÉCANIQUE ET GÉNIE CIVILE

Monsieur Alain DURAND

61^{ème} section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Monsieur Jean REBSTOCK

64^{ème} section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Mademoiselle Marie-Claire LANHERS – Monsieur Pascal REBOUL – Mr Nick RAMALANJAONA

65^{ème} section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Mademoiselle Françoise DREYFUSS – Monsieur Jean-Louis GELLY

Madame Ketsia HESS – Monsieur Hervé MEMBRE – Monsieur Christophe NEMOS - Madame Natalia DE ISLA

Madame Nathalie MERCIER – Madame Céline HUSELSTEIN

66^{ème} section : **PHYSIOLOGIE**
Monsieur Nguyen TRAN

D. MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS
Médecine Générale

Docteur Sophie SIEGRIST

Docteur Arnaud MASSON
Docteur Pascal BOUCHE

=====

E. PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Jean-Marie ANDRÉ - Professeur Daniel ANTHOINE - Professeur Gérard BARROCHE
Professeur Pierre BEY - Professeur Patrick BOISSEL - Professeur Michel BOULANGÉ
Professeur Jean-Pierre CRANCE - Professeur Jean-Pierre DELAGOUTTE - Professeur Jean-Marie
GILGENKRANTZ

Professeur Simone GILGENKRANTZ - Professeur Michèle KESSLER - Professeur Henri LAMBERT
Professeur Denise MONERET-VAUTRIN - Professeur Pierre MONIN - Professeur Jean-Pierre
NICOLAS

Professeur Luc PICARD - Professeur Michel PIERSON - Professeur Jacques POUREL
Professeur Jean-François STOLTZ - Professeur Michel STRICKER - Professeur Gilbert THIBAUT
Professeur Hubert UFFHOLTZ - Professeur Paul VERT

Professeur Colette VIDAILHET - Professeur Michel VIDAILHET

F. DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Norman SHUMWAY (1972)
Université de Stanford, Californie (U.S.A)
Professeur Paul MICHIELSEN (1979)
Université Catholique, Louvain (Belgique)
Professeur Charles A. BERRY (1982)
Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)

Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)
Brown University, Providence (U.S.A)
Professeur Mamish Nisbet MUNRO (1982)
Massachusetts Institute of Technology (U.S.A)

Professeur Mildred T. STAHLMAN (1982)
Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)

Harry J. BUNCKE (1989)
Université de Californie, San Francisco (U.S.A)
Professeur Daniel G. BICHET (2001)
Université de Montréal (Canada)
Professeur Brian BURCHELL (2007)
Université de Dundee (Royaume Uni)

Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)
Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)
Professeur Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS
(1996)
Université de Pennsylvanie (U.S.A)

Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)
*Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto
(JAPON)*

Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)
Université d'Helsinki (FINLANDE)
Professeur James STEICHEN (1997)
Université d'Indianapolis (U.S.A)
Professeur Duong Quang TRUNG (1997)
*Centre Universitaire de Formation et de
Perfectionnement des Professionnels de Santé d'Hô
Chi Minh-Ville (VIËTNAM)*
Professeur Marc LEVENSTON (2005)
Institute of Technology, Atlanta (USA)
Professeur David ALPERS (2011)
Université de Washington (USA)
Professeur Yunfeng ZHOU (2009)
Université de WUHAN (CHINE)

A notre président du jury,

M. le Professeur François FEILLET

Professeur de Pédiatrie

Nous vous remercions infiniment de l'honneur que vous nous faites en présidant cette thèse.

Nous sommes reconnaissants de votre soutien, de votre disponibilité et de votre confiance afin de mener à bien notre projet.

Veillez trouver ici l'expression de notre sincère gratitude.

A notre juge,

M. le Professeur Didier QUILLIOT,

Professeur de Nutrition

Nous vous remercions sincèrement de l'intérêt que vous avez bien voulu porter à ce travail. Nous vous sommes reconnaissants de nous apporter votre savoir sur la nutrition.

Veillez trouver ici le témoignage de notre profond respect.

A notre juge,

M. le Professeur Sébastien GIBOT,

Professeur de Réanimation médicale

Nous sommes sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger ce travail. Nous vous remercions de nous faire partager votre vision de la nutrition en réanimation adulte.

Veillez trouver par ce travail tout notre respect et notre sincère gratitude.

A notre juge,

M. le Docteur Alain MORALI,

Docteur en médecine, spécialisé en Hépatologie, Gastro Entérologie et Nutrition pédiatrique

Je vous remercie sincèrement pour les compétences que vous m'avez transmises et pour m'avoir ouvert la voie de la gastropédiatrie. Je suis fière d'avoir pu apprendre à vos côtés.

Veillez trouver par ce travail tout mon respect et ma sincère gratitude.

A notre juge et directeur de thèse,

M. le Docteur Florent GIRARD,

Docteur en médecine, réanimateur pédiatrique

Je te remercie infiniment de m'avoir confiée ce sujet et de m'avoir accompagnée tout au long de ce projet. Je suis ravie d'avoir contribué à l'élaboration d'une POS de réanimation pédiatrique. Merci pour ton accueil dans le service, ton enseignement et surtout ton amitié.

A mes maîtres, et ceux qui m'ont accompagnée pendant mon cursus :

A Monsieur le Professeur MONIN

Pour votre accueil chaleureux à Nancy. Pour votre enseignement et votre soutien dans toutes mes démarches.

A Monsieur le Professeur LEHEUP

Pour votre pertinence clinique lors de vos visites en secteur. Je vous remercie pour tout ce que vous m'avez appris.

A Monsieur le Professeur SCHWEITZER

Pour votre écoute et vos conseils avisés.

A l'ensemble des équipes médicales et paramédicales qui m'ont formée :

L'équipe de pédiatrie de Thionville, pour la découverte du monde de la pédiatrie et pour le soutien apporté durant mes premiers mois d'interne.

Le service de néonatalogie de la MRAP : pour votre enseignement. Une mention particulière pour les (ex) chefs de clinique, Docteurs Roussel (pour la série de triplés) et Tatopoulos.

Le service d'oncohématologie pédiatrique : un stage riche en émotions. Une pensée pour le Docteur Sudant exilée en Ile-de-France (future gastropédiatre...).

Le service de pédiatrie de l'Hôpital d'Enfants (tout le premier étage) et ses médecins (Docteurs Lambert, Georges, Derelle, Jelliman et tous les autres), ce fut un plaisir de travailler à vos côtés. Rendez-vous en novembre.

Le service de gastroentérologie de Metz (aux Docteurs Courier, Kull, Benghanem, Raabe, Simonet) : Je vous remercie de tout mon cœur pour votre accueil et pour la découverte de l'endoscopie. J'ai énormément appris à vos côtés. Au Docteur Pillot-Geist, merci pour ton soutien et ta présence pendant ce stage d'immersion dans le monde des adultes.

Le service de gastroentérologie pédiatrique de Robert Debré à Paris : un retour aux sources. Je remercie le Professeur Hugot et les Docteurs Bellaïche, Viala, Martinez-Vinson, Gérardin, Houdouin, Lebras, Wanin de m'avoir aussi bien accueillie et de m'avoir appris autant de choses. Un grand merci aux chefs de clinique Camille Jung et Ariane Perry et pour leur disponibilité et leur bonne humeur.

Le service de réanimation pédiatrique : merci aux Docteurs Le Tacon, (re) Girard, Maria, Denis et Thomas, Thome, Simon, Boussard, Fabre et Leclercq de m'avoir fait découvrir le monde de la réanimation avec autant de plaisir. Cette thèse n'aurait pas vu le jour sans votre coopération.

Aux « Messines » : Docteurs Watelet, Ferry et Werts.

Je tiens à remercier toutes les équipes paramédicales avec lesquelles j'ai eu le plaisir de travailler (particulièrement Katia, Anne-So, Fanny, Pauline, Stéphanne x2, Elodie, Rachel, Maryline, Christine au premier étage). Merci aux filles de réa pour votre patience et votre aide dans la conception de ce travail.

Merci à Maryline Martin, toujours pétillante et souriante.

A tous mes co-internes : Georgia (en mode tsatiki), Cécile et François (la fine équipe de la mat), Chef Sow, Aurélie C. , Laëti (une amitié est née au 2^{ème}), Charlène (et ses sabots...), à Superman, Catwoman et la spécialiste des encéphalopathes (mes co-internes de Paris qui me donnaient le sourire tous les matins), au Fennec (j'adore ta « folie »), Marie (à nos souvenirs de congrès au bord d'une piscine), Cristina ou Draculeta, et mon petit palmito préféré (à ton amitié, tes fous rires, nos longues discussions et nos lessives).

Aux filles de ma promotion : Marion, Emeline et Marjorie (les triplettes moraliennes, à nos virées liégeoise, parisienne, lilloise, rennaise and all over the world), Hélène, Caro, Romiiiiina, Gaëlle (future co chef).

A mes amis :

Les anciennes de Condorcet :

Maja : à ton amitié sincère, merci d'avoir été là pour moi depuis presque 15 ans (et ça va durer...)

Léo : à la suisse que j'adore. Merci pour ton éternelle bonne humeur.

Aux anciennes de Bichat :

Margo : à ta spontanéité qui t'a valu un périple au Sri Lanka. Merci d'être toujours aussi attentive et attentionnée.

Céline : à nos voyages loufoques et à ta douceur.

Audrey P : à nos délires sur le trajet de l'Hôtel-Dieu ; tu as égayé cette année de D4.

Audrey P : ma ninouninette.

A ceux de Nancy :

Les *Callec* (c'est toujours un vrai plaisir de passer une soirée avec vous), *Fred* (ma pile électrique), les *Charmillons* (à ma « sœur »), *Solène*, *Richard et Amélie*, *Seb et Steph*, mon *Vladou*, (re) *Delph*, *Marie*, *Gaëlle*, *Emeline et Marjo*, *Clem*, *Joël*, *Mad*.

A *Cath* : à notre amitié née sur une plage en Thaïlande...

A ma famille :

A mes parents, Stanley et Srimathie : Je vous remercie pour tous les sacrifices que vous avez faits pour que j'en arrive là. Merci pour votre soutien et votre amour. Il y aura bien un docteur chez les Suriya Aratchige.

A siiya : qui a toujours cru en moi ; j'espère que tu es fier.

A aachchi (pour ton amour) et mes grands-parents maternels.

A toute ma famille éparpillée aux quatre coins du monde mais surtout au Sri Lanka : je fais le plein d'énergie quand je vous revois.

A ma nouvelle famille

Christiane : merci pour votre accueil et votre tendresse.

Pierre : toujours aussi attentionné.

Cyril : « le plus beau... » (Après Olivier bien sûr !!)

Enfin et surtout :

Mon Olivier : toujours présent à mes côtés. A tous les merveilleux moments passés ensemble, notamment à l'autre bout du monde. J'ai hâte de commencer cette nouvelle aventure avec toi...

SERMENT

"Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire. Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément. Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés. J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque".

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ACTH : adrénocorticotrophine
ALAT : alanine amino transférase
ANC : apports nutritionnels conseillés
ASAT : aspartate amino transférase
ASPEN : american society for parenteral and enteral nutrition
ATP : adénosine tri-phosphate
CHU : centre hospitalo-universitaire
CPAP : continuous positive airway pressure
DE : dépense énergétique
DEJ : dépense énergétique journalière
DS : déviation standard
FiO₂ : fraction inspirée d'oxygène
IgA : immunoglobulines A
IMC : indice de masse corporelle
LTB₄ : leukotriène B₄
MB : métabolisme de base
NAP : niveau d'activité physique
OMS : organisation mondiale de la santé
P/T : poids sur taille
PB/PC : périmètre brachial sur périmètre crânien
PELOD : pediatric logistic organ dysfunction
PGE₂ : prostaglandine E₂
POS : procédure opérationnelle standardisée
PRISM : pediatric risk of mortality
PVC : polychlorure de vinyle
SFAR : société française d'anesthésie-réanimation
SRLF : société de réanimation de langue française
TGF β : transforming growth factor β
TNF α = tumor necrosis factor α
TQ : temps de quick

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Calorimétrie indirecte : métabolisme des nutriments (d'après Faisy 2009) -----	28
Figure 2 : Evolution de la réponse à l'agression (REE : Resting Energy Expenditure) (d'après Russell 1997)-----	33
Figure 3 : Les différentes étapes de la translocation bactérienne (d'après Coquerel 2009)----	36
Figure 4 : Etat de choc septique et tractus digestif (d'après Coquerel 2009) -----	36
Figure 5 : Types de sonde (de gauche à droite : PVC, silicone, polyuréthane)-----	45
Figure 6 : Répartition des diagnostics (avant protocole)-----	58
Figure 7 : Motifs d'interruption de la nutrition entérale (avant protocole) -----	60
Figure 8 : Répartition des calories cumulées totales (avant protocole) -----	60
Figure 9 : Répartition des diagnostics (après protocole) -----	61
Figure 10 : Motifs d'interruption de la nutrition entérale (après protocole)-----	63
Figure 11 : Répartition des calories cumulées totales (après protocole)-----	63
Figure 12 : Répartition des ratios calories reçues/calories prescrites et calories reçues/calories cibles et du délai d'initiation de la nutrition entérale en fonction de la population totale, du groupe pré-protocole et du groupe post-protocole. -----	68

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Produits nutritionnels utilisés en réanimation pédiatrique.-----47

Tableau 2 : Caractéristiques de la population globale (n=22)-----57

Tableau 3 : Comparaison des paramètres cliniques et biologiques entre les 2 groupes. -----65

Tableau 4 : Comparaison de la prescription calorique entre les 2 groupes. -----67

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES ABRÉVIATIONS	18
TABLE DES MATIÈRES	21
INTRODUCTION.....	25
I. NUTRITION DE L'ENFANT EN RÉANIMATION PÉDIATRIQUE	27
A. GÉNÉRALITÉS SUR LA NUTRITION EN PÉDIATRIE.....	27
1. Les besoins énergétiques.....	27
2. Évaluation du statut nutritionnel chez l'enfant	29
3. Dénutrition protéino-énergétique	30
B. SPÉCIFICITÉS DE LA NUTRITION DE L'ENFANT EN RÉANIMATION	32
1. Les besoins énergétiques et protéiques	32
2. Physiopathologie du tube digestif agressé	34
a) Réaction à l'agression	34
b) Intérêt de l'assistance nutritionnelle.....	37
3. L'agression nutritionnelle chez l'enfant en réanimation.....	37
C. TECHNIQUES DE NUTRITION ARTIFICIELLE	39
1. La nutrition entérale	39
a) Définition	39
b) Indications et contre-indications	40
c) Bénéfices	41
d) Complications.....	42
(i) Générales.....	42
(ii) Intolérance digestive et prise en charge	42

e)	Modalités pratiques	44
(i)	Site d'alimentation entérale.....	44
(ii)	Choix de sonde d'alimentation.....	45
(iii)	Type de nutriments.....	46
(iv)	Mode d'administration	47
(v)	Intérêt d'une procédure opérationnelle de service	48
2.	La nutrition parentérale	48
a)	Définition	48
b)	Indications et contre-indications	49
c)	Bénéfices	49
d)	Complications.....	50
e)	Modalités pratiques	50
II.	ÉTUDE MENÉE	51
A.	OBJECTIF.....	51
B.	MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	52
1.	Type d'étude et patients	52
2.	Déroulement de l'étude	53
3.	Objectifs de l'étude	53
a)	Critères de jugement principaux	53
b)	Critères de jugement secondaires	53
c)	Données recueillies	54
d)	Le protocole de nutrition entérale	55
e)	Statistiques	56
f)	Éthique	56

C. RÉSULTATS	56
1. Caractéristiques de la population	56
2. Caractéristiques de la population incluse avant l'introduction du protocole	58
3. Caractéristiques de la population incluse après l'introduction du protocole	61
4. Comparaison des deux groupes.....	64
a) Caractéristiques cliniques et biologiques	64
b) Apports caloriques.....	66
D. DISCUSSION	69
E. CONCLUSION	79
BIBLIOGRAPHIE	80
ANNEXES.....	90

INTRODUCTION

L'évaluation et le maintien du statut nutritionnel de l'enfant hospitalisé, notamment en réanimation pédiatrique sont des éléments essentiels à prendre en compte dans la prise en charge globale du patient. L'agression de l'enfant en réanimation altère son état nutritionnel préexistant, induisant une malnutrition pouvant varier de 6,8% à 70% selon les études (1–8). Le recours à une nutrition artificielle, bien qu'imparfaite, par voie entérale ou parentérale, est nécessaire afin d'assurer les besoins énergétiques en phase critique. La voie entérale, chez les patients adultes et pédiatriques ayant un tube digestif fonctionnel, reste la voie privilégiée, principalement dans l'objectif de maintenir la trophicité digestive et de réduire le risque infectieux, mais également en matière de coût (9). Toutefois, la nutrition entérale se heurte à de nombreuses barrières quant à son administration (intolérance digestive, restriction hydrique, interruptions itératives pour procédures diagnostiques et thérapeutiques) gênant l'atteinte des objectifs caloriques en temps voulu.

La pratique de la nutrition entérale en réanimation pédiatrique est actuellement le résultat d'extrapolations des recommandations internationales concernant la population adulte du fait du manque d'études pédiatriques disponibles (10). L'initiation précoce, l'augmentation rapide des débits prescrits, la voie intra gastrique et l'utilité d'une procédure opérationnelle standardisée (POS) de service semblent être les éléments pratiques les plus pertinents afin d'optimiser les apports caloriques en réanimation (11). L'amélioration et l'évaluation des pratiques courantes en matière de nutrition chez l'enfant agressé est souhaitable afin d'optimiser sa prise en charge et de diminuer la morbi-mortalité en réanimation.

Au travers d'une étude clinique menée dans le service de Réanimation pédiatrique spécialisée de l'Hôpital d'Enfants du CHU de Nancy, chez des enfants sous ventilation mécanique, nous avons évalué le bénéfice sur les délais d'initiation de l'alimentation entérale et d'atteinte des apports caloriques requis, ainsi que le gain calorique après l'instauration d'une POS de mise

en place d'une nutrition entérale agressive basée sur les recommandations internationales et régissant l'initiation, l'augmentation et les apports énergétiques cibles, tout en s'assurant que cette prise en charge n'était pas pourvoyeuse de complications.

I. NUTRITION DE L'ENFANT EN RÉANIMATION PÉDIATRIQUE

A. GÉNÉRALITÉS SUR LA NUTRITION EN PÉDIATRIE

1. Les besoins énergétiques

Le besoin en énergie d'un individu, défini par Buyckx en 1996, correspond « à la quantité d'énergie nécessaire pour compenser ses dépenses énergétiques et assurer une taille et une composition corporelle compatibles avec le maintien à long terme d'une bonne santé et une activité physique adaptée au contexte économique et social » (12).

La dépense énergétique de repos ou Métabolisme de Base (MB), exprimée en kcal ou joules par jour, correspond à la dépense d'énergie minimum quotidienne nécessaire à l'organisme pour assurer ses fonctions vitales (cardiaque, respiratoire, neurologique, digestive et biochimique). La Dépense Énergétique Journalière (DEJ) d'un individu est subdivisée en plusieurs parties ; le MB (60-75% de la DEJ) et les dépenses énergétiques liées au travail musculaire au cours d'une activité physique, à la digestion et au métabolisme des nutriments et enfin à la thermorégulation. La mesure de la DEJ permet d'évaluer les apports énergétiques totaux du patient. Son calcul, chez un adulte sain, correspond à la valeur du MB pondéré d'un facteur multiplicateur correspondant à son Niveau d'Activité Physique (NAP).

L'outil de référence pour l'évaluation de la dépense énergétique journalière totale est la calorimétrie indirecte. Cette méthode repose sur l'équivalence entre l'énergie utilisée dans l'organisme (synthèse d'ATP) et celle produite à partir de l'oxydation des nutriments. La mesure des échanges gazeux respiratoires permet d'utiliser la consommation globale d'oxygène comme témoin de la dépense énergétique. La calorimétrie indirecte évalue le taux d'oxydation des glucides, lipides et protides à partir de la consommation d'oxygène et la production de dioxyde de carbone, ainsi que de l'excrétion urinaire d'azote, et en déduit l'énergie libérée lors de l'hydrolyse de l'ATP (*Figure 1*) (13,14).

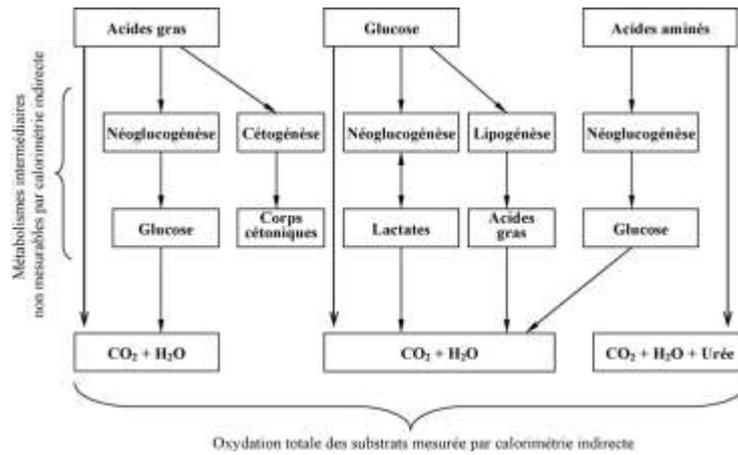


Figure 1 : Calorimétrie indirecte : métabolisme des nutriments (d'après Faisy 2009)

Une formule simple a été établie entre la dépense énergétique totale et l'oxydation des 3 types de nutriments (15):

$$\text{DE totale (kcal)} = 3,8 \text{ VO}_2 \text{ (L)} + 1,24 \text{ VCO}_2 \text{ (L)} - 1,1 \text{ Nu (g)}$$

(VO₂ étant la consommation en oxygène, VCO₂ la production en dioxyde de carbone et Nu l'azote urinaire).

La calorimétrie indirecte est la seule méthode indiquée et validée chez les patients sous ventilation mécanique du fait de la difficulté d'établir un NAP adéquat. Toutefois, il existe des limitations à cette pratique ; entre autres une réduction de la précision des mesures lorsque la FiO₂ augmente (au delà de 60%) et une sous-estimation de VO₂ et de VCO₂ en cas de ventilation à fuites (8,10,16,17). De plus, la contrainte financière et le temps dédié aux mesures conduisent à une utilisation peu fréquente en pratique courante, privilégiant les équations standardisées pour estimer les besoins caloriques d'un patient.

La corrélation significative entre le poids et la dépense énergétique a permis à certains auteurs de développer des méthodes de calcul prédictives afin d'estimer la DEJ d'un individu. Ces équations (entre autre celles de Schofield, White, Harris-Benedict ou de l'Organisation Mondiale de la Santé), principalement appliquées à la population adulte saine, prédisent le métabolisme basal des patients agressés, pondéré par des coefficients de correction (stress,

activité physique, thermogénèse) (1,13,18,19). Bien qu'en phase critique, elles surestiment souvent les besoins énergétiques requis, ces équations permettent d'orienter quotidiennement et objectivement l'apport calorique du patient agressé grâce à un calcul simple.

Chez l'enfant, l'évaluation de la DEJ est plus difficile étant donné l'impact surajouté de la croissance sur le MB. Parmi les équations standardisées, seule celle de Talbot serait adaptée à l'enfant sain (de la naissance jusqu'à l'âge de 15 ans) (20). Les besoins caloriques calculés par ces formules restent toutefois proches des apports nutritionnels conseillés (ANC) pour les enfants en bonne santé (Ambroise Martin, *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*).

2. Évaluation du statut nutritionnel chez l'enfant

Le statut nutritionnel de l'enfant doit être évalué par le biais de mesures anthropométriques (le poids, la taille, l'indice de masse corporelle, les rapports périmètre brachial sur périmètre crânien, poids pour âge, taille pour âge, poids pour taille et la mesure des plis cutanés) (5).

Les mesures régulières du poids et de la taille permettent de constituer, depuis la naissance de l'enfant, des courbes de croissance staturale et pondérale. Celles-ci ont été établies par des pédiatres (Professeur Michel Sempé) à partir du suivi d'enfants en bonne santé, de la naissance à l'âge adulte (21). Ces courbes sont constituées de différentes déviations standard (DS) délimitant des valeurs excessives ou insuffisantes. Toute variation en DS doit amener le praticien à rechercher des signes cliniques et biologiques de dénutrition ou de surpoids.

Les mesures de poids et de taille doivent être impérativement effectuées dès l'admission du patient à l'hôpital, d'autant que la prescription médicamenteuse se base sur le poids ou la surface corporelle.

L'indice de masse corporelle (IMC), correspondant au rapport Poids (en kg) sur Taille (en m²), est un reflet de la masse grasse d'un individu. Son utilité en pratique courante concerne davantage le diagnostic d'un surpoids ou d'une obésité que d'une dénutrition. Bien que conçu initialement pour la population adulte, l'IMC est désormais applicable chez l'enfant de plus de 2 ans et se reporte à des diagrammes de croissance spécifiques en fonction du sexe de l'enfant.

Le rapport périmètre brachial/périmètre crânien (PB/PC), utilisé chez l'enfant de moins de deux ans, témoigne d'une dénutrition modérée ou sévère lorsqu'une valeur inférieure à un seuil de, respectivement, 0,28 ou 0,25 est observée (22).

Un rapport Poids pour Age inférieur à -2 z-score témoigne d'une dénutrition aigüe tandis qu'un *rapport Taille pour Age* inférieur à -2 z-score souligne une dénutrition chronique (23).

Le rapport du poids sur la taille (P/T) (pourcentage du poids attendu pour la taille) ou score de Waterlow reste, cependant, l'outil de diagnostic de dénutrition aigüe le plus précis ; un z-score inférieur à -2 correspondant à un tableau de dénutrition débutante (24).

La mesure des plis cutanés est imprécise et difficilement applicables chez les nourrissons.

3. Dénutrition protéino-énergétique

La dénutrition protéino-énergétique est le résultat d'un déséquilibre entre des apports énergétiques insuffisants (vomissements, anorexie, trouble de l'oralité) et des besoins augmentés (phase d'hyper catabolisme par majoration du MB en cas d'agression de l'organisme). La dénutrition aigüe est la conséquence d'une situation pathologique aigüe, médicale ou chirurgicale. Elle est fréquemment retrouvée, et même majorée, en réanimation. L'incidence de la dénutrition varie entre 15 et 50% en secteur de pédiatrie conventionnelle (7,23) et entre 6,8% et 70% dans les études monocentriques et multicentriques dont les

objectifs étaient d'évaluer le statut nutritionnel des patients en réanimation pédiatrique par le biais de mesures anthropométriques (1-3,7,25,26).

La dénutrition entraîne une diminution de la masse maigre et une altération des fonctions musculaires, endocriniennes et immunitaires. Chez l'enfant, elle altère également la croissance. On reconnaît deux types de dénutrition : le marasme (carence protéino-énergétique) et le kwashiorkor (carence protéique). Le marasme réduit les pourcentages de masses maigre et grasse, jusqu'à atteindre parfois le stade de cachexie ; le kwashiorkor, plus rare dans les pays industrialisés, est plus sévère et entraîne des tableaux de rétention hydrosodée et des anomalies biologiques telles qu'une hypoprotidémie, une hypoalbuminémie et des carences vitaminiques (7).

Les conséquences cliniques de la dénutrition associent retard de cicatrisation, immunodépression (induisant un risque accru d'infections notamment nosocomiales), diminution de la masse musculaire maigre (amyotrophie), atteinte neurologique périphérique et atteinte endocrinienne (hypogonadisme central entraînant une aménorrhée chez les jeunes adolescentes).

B. SPÉCIFICITÉS DE LA NUTRITION DE L'ENFANT EN RÉANIMATION

1. Les besoins énergétiques et protéiques

La dépense énergétique de l'enfant agressé diffère de celle de l'enfant sain, entre autres par modification de la thermogénèse et du travail musculaire. L'évaluation des besoins énergétiques chez le patient en réanimation pédiatrique est complexe compte tenu de la difficulté d'évaluer le MB et le NAP. Les mesures anthropométriques citées précédemment (principalement le poids et le rapport périmètre brachial/périmètre crânien), aisément applicables à l'admission, ne sont qu'un reflet inexact du statut nutritionnel tout au long de l'hospitalisation du patient du fait de la rétention hydro-sodée souvent présente chez les malades graves de réanimation (25). De plus, la pesée sous ventilation mécanique reste un problème technique majeur, notamment chez les grands enfants et adolescents, les limitant souvent à une pesée par semaine.

La dépense énergétique varie en fonction des soins et des procédures de réanimation. La maladie et les traitements administrés altèrent le métabolisme du patient, parfois déjà perturbé par un état nutritionnel antérieur affaibli. Par exemple, la prescription d'inotropes positifs tend à majorer la dépense énergétique tandis que les curares et les morphiniques la réduisent. Les états d'agression, tels que la fièvre, les brûlures, les traumatismes crâniens, les infections sont caractérisés par un hyper métabolisme (16). Ce dernier permet de compenser l'augmentation des besoins énergétiques nécessaires à la redistribution de la synthèse protéique (notamment vers les protéines de l'inflammation, l'hématopoïèse et la réparation des tissus lésés) mais en induisant, de ce fait, une balance protéique négative.

Bechard a défini un apport énergétique minimum de 57 kcal/kg/jour et de 1,5 g de protéines/kg/jour, chez l'enfant agressé, afin d'obtenir une balance énergétique et protéique positive et permettre ainsi l'anabolisme (27). Les apports protéiques recommandés chez

l'enfant en réanimation, d'après les recommandations de l'ASPEN (American Society for Parenteral and Enteral Nutrition), sont de l'ordre de 2,5 g/kg/jour de 0 à 1 an, de 2g/kg/jour de 1 à 4 ans et de 1,5g/kg/jour au-delà de 4 ans (10). En matière de besoins glucidiques, aucune recommandation n'a pu être émise chez l'enfant en état critique. Il est souhaitable d'administrer les besoins de base (jusqu'à 20 g de glucose/kg/jour) ajustés au seuil de glycémie afin d'éviter toute hyperglycémie, qui nécessiterait parfois un traitement par insuline. Les besoins lipidiques chez l'enfant en réanimation débutent à 1g/kg/jour, pour atteindre progressivement l'objectif de 2 à 4 g/kg/jour, correspondant à un maximum de 30 à 40% des calories totales (10). En réanimation, les besoins caloriques ne sont pas constants et varient en fonction de l'état d'agression du patient, déterminant du degré d'inflammation de l'organisme.

La réponse inflammatoire à l'agression se partage en deux phases, que sont l'*ebb phase* et la *flow phase* (**Figure 2**) (28). L'*ebb phase* est une phase brève, suivant immédiatement l'agression, d'une durée de moins de 24h-48h, correspondant à une sidération hypokinétique, entraînant une réduction de la dépense énergétique et du débit cardiaque et augmentant la sécrétion de cytokines. La *flow phase* est une phase hyperkinétique et hypercatabolique faisant suite à l'*ebb phase* et pouvant durer jusqu'à 7 à 10 jours après l'agression. Elle rétablit le débit cardiaque, stimule la production d'hormones de type glucagon, catécholamines et glucocorticoïdes, et catabolise les lipides et les protéines d'origine musculaire pourvoyeurs d'énergie.

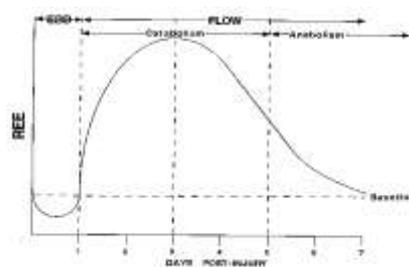


Figure 2 : Evolution de la réponse à l'agression (REE : Resting Energy Expenditure) (d'après Russell 1997)

La plupart des services de réanimation pédiatrique se basent sur le poids, l'âge et les équations prédictives pour estimer la dépense énergétique de l'enfant agressé (29). Parmi les formules prédictives, seule l'équation de White a été étudiée chez l'enfant de plus de 2 mois en état critique et paraît plus concise que les autres (30). La surestimation des besoins caloriques par ces formules imprécises entraîne une nutrition avec des apports caloriques excessifs (notamment en glucides), souvent délétères pour le patient (1). En effet, l'hyperglycémie réduit l'oxydation lipidique, ce qui majore la production de CO₂ risquant d'augmenter la durée de ventilation mécanique, et accentue la glycogénogénèse, au niveau hépatique (8). L'apport énergétique optimal reste donc un paramètre difficilement évaluable au cours de l'hospitalisation, du fait de l'agression que subit l'organisme et de sa réponse métabolique.

2. Physiopathologie du tube digestif agressé

a) Réaction à l'agression

Le patient en état critique répond à l'agression par une exacerbation des réponses physiologiques, essentiellement sur le plan immunitaire, inflammatoire et endocrinien. Toutes les cellules de l'organisme peuvent être atteintes (de la cellule endothéliale glomérulaire entraînant une insuffisance rénale à la cellule endothéliale pulmonaire entraînant un syndrome de détresse respiratoire aigüe). L'agression met simultanément en jeu des réponses systémiques inflammatoires (TNF α , interleukines 1, 2 et 6, chémokines, complément, leucotriène LTB₄) et anti-inflammatoires (interleukines 4, 10 et 11, TGF β et leucotriène PGE₂). Ces réponses sont déséquilibrées en faveur du système pro-inflammatoire et favorisent la production d'enzymes protéolytiques et de radicaux libres, pouvant aboutir à un syndrome de réponse inflammatoire systémique exacerbée et une majoration de la fièvre. La

réaction endocrinienne entraîne, entre autres, une stimulation du système hormonal avec libération d'ACTH et de cortisol responsable d'un catabolisme protéique, d'une perturbation de la synthèse d'insuline responsable d'hyperglycémie, d'une augmentation de la lipolyse et d'une déplétion en substrats essentiels tel que la glutamine. Ces réactions inflammatoire et endocrinienne induisent un état d'hypercatabolisme en réponse à l'agression (31,32).

Le tube digestif est un organe sensible à l'agression. L'épithélium intestinal, correspondant à surface corporelle la plus importante de l'organisme exposée aux agents pathogènes, assure habituellement, grâce à son système lymphoïde, une barrière efficace pour prévenir l'invasion bactérienne. Quatre facteurs principaux concourent à perturber la perméabilité du tube digestif en réanimation : le stress oxydatif (par peroxydation lipidique des cellules épithéliales, diminution de production de l'ATP et activation de protéines kinases C) (33), l'hypoxie (par altération de production de l'ATP et majoration de la sécrétion de $TNF\alpha$), la production de monoxyde d'azote (par formation de peroxynitrites modifiant le cytosquelette, responsable d'une diminution de l'adhésion leucocytaire) (34) et les cytokines pro-inflammatoires (par diminution de l'expression des protéines membranaires des jonctions serrées) (35). L'atrophie de la muqueuse intestinale résultante est d'autant plus sévère que la maladie est grave (36). L'altération de cette barrière, lors de l'agression, se caractérise par une diminution de l'absorption des nutriments, une altération de la réponse immunitaire intestinale et une augmentation de la perméabilité épithéliale (37). La perte de la capacité de barrière de la muqueuse intestinale stimule l'inflammation par activation des cytokines et des chémokines dans la lamina propria (38) et altère les cellules M du tissu lymphoïde intestinal impliquées dans l'internalisation des produits bactériens. Ces remaniements, associés au déséquilibre de la flore bactérienne intestinale, entraînent un passage de bactéries et de toxines (**Figure 3**), vers l'organisme, par l'intermédiaire de la voie lymphatique ou de la voie sanguine portale.

Ces translocations bactériennes participent à l'installation d'un tableau de sepsis voire de défaillance multi-viscérale (39) bien que le lien direct n'ait pas été démontré (Figure 4).

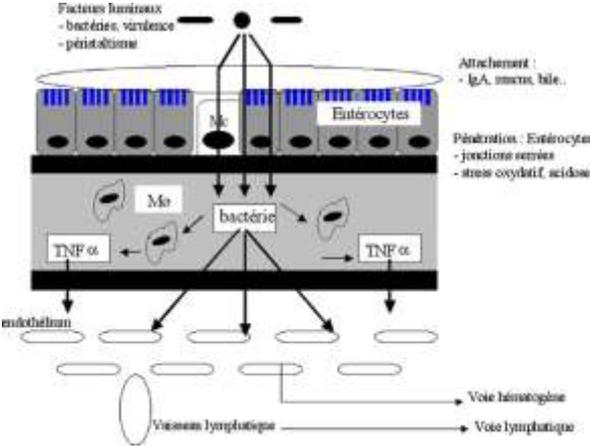


Figure 3 : Les différentes étapes de la translocation bactérienne (d'après Coquerel 2009)

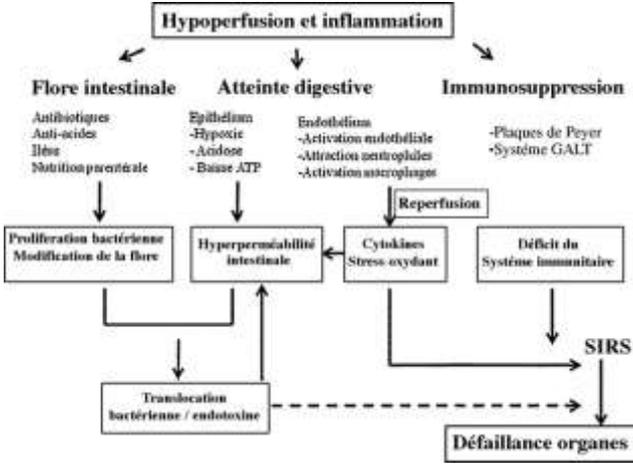


Figure 4 : Etat de choc septique et tractus digestif (d'après Coquerel 2009)

b) Intérêt de l'assistance nutritionnelle

La fréquence des translocations bactériennes est inversement proportionnelle à la concentration d'immunoglobulines A (IgA) dans la lumière du tube digestif. Les IgA recouvrent les bactéries intestinales et diminuent ainsi leur adhérence à la muqueuse digestive. La diminution de leur concentration au cours de la nutrition parentérale totale favorise la translocation bactérienne (40). La nutrition entérale exerce un effet positif sur le tube digestif, bien que les mécanismes exacts soient mal identifiés. Parmi ces mécanismes, on retient l'apport direct d'énergie à l'entérocyte, la vasodilatation splanchnique, l'augmentation des sécrétions pancréatiques et biliaires (notamment d'IgA) et enfin l'activation du système nerveux autonome. La nutrition entérale précoce permet ainsi de maintenir une trophicité intestinale adéquate, assurant une perméabilité optimale, et de limiter au maximum le risque de translocation bactérienne. Cet effet protecteur a été bien démontré chez les patients brûlés (41,42). Par ailleurs, les nutriments administrés ont, eux-mêmes, des effets pharmacologiques spécifiques : anti-oxydant (vitamines A et E), modulateur de l'inflammation (huile de poisson, acide γ linoléinique), modulateur de l'immunité (glutamine, arginine) et maintien de la trophicité du tube digestif (acides gras à chaînes courtes) (43).

3. L'agression nutritionnelle chez l'enfant en réanimation

L'agression nutritionnelle de l'enfant en état critique est la résultante de 2 paramètres : l'agression liée à sa maladie et la iatrogénie liée à l'insuffisance des apports.

En réanimation, la maladie causale et son retentissement altèrent des apports énergétiques et entraînent un état d'hypercatabolisme. Ces éléments sont des facteurs de risque de développer une vraie dénutrition protéino-énergétique. Celle-ci est d'autant plus importante que la pathologie du patient est grave ou que l'enfant est jeune (4,44). La gravité de la maladie, évaluée par les scores de sévérité tels que le score PRISM (Pediatric RiSk of Mortality) ou le

PELOD (Pediatric Logistic Organ Dysfunction), accroît le risque de dénutrition, du fait de la gravité de l'état initial, mais aussi par retard d'initiation d'un support nutritionnel adéquat (26). En début d'hospitalisation en réanimation, une période de jeûne d'une durée variable, selon la pathologie et le degré de défaillance d'organe, est souvent observée. Pendant cette période, l'organisme a recours aux calories endogènes dans le but de constituer un substrat métabolique (essentiellement par les graisses). L'accroissement des besoins énergétiques et le stress hormonal entraînent une majoration de la glycogénolyse et de la néoglucogénèse. Cependant, un apport énergétique minimal est garanti habituellement par l'apport intraveineux de sérum glucosé dès la phase initiale. Cependant, ces apports énergétiques deviennent rapidement insuffisants lorsque l'hospitalisation se prolonge (20) et rend indispensable l'adjonction d'un support nutritionnel de relais est donc indispensable de manière précoce afin de maintenir un statut calorique adéquat.

La part iatrogène de la dénutrition en réanimation est la conséquence d'une inadéquation entre les calories requises, prescrites et administrées. Les raisons principales de ce déséquilibre sont une « sous » prescription médicale (45), par réticence à initier une nutrition entérale chez un patient de réanimation considéré comme instable, et une « sous » administration paramédicale secondaire aux retards de mise en route de l'alimentation, à l'intolérance digestive ou aux interruptions itératives pour procédures diagnostiques et thérapeutiques. En général, seules 38% à 78,1% des calories prescrites sont administrées chez l'adulte (6,11,44–47). Cette inadéquation est également retrouvée en pédiatrie puisque les enfants hospitalisés en réanimation ne reçoivent que 38% à 75% des besoins caloriques prescrites (2,3,6,23,48). Ainsi, De Oliveira retrouve un taux d'administration calorique inférieur à 90% du taux calorique requis durant plus de la moitié des jours de nutrition entérale, essentiellement expliqué par une prescription insuffisante et des interruptions fréquentes (2). Parmi les facteurs de risque d'agression nutritionnelle, la durée d'hospitalisation est celui impactant le

statut nutritionnel de l'enfant de manière prépondérante. Les autres facteurs de risque d'agression nutritionnelle retenus sont l'âge inférieur à deux ans, la ventilation mécanique, l'existence d'une cardiopathie et les brûlures (7). Les groupes à risque d'insuffisance d'apport sont les enfants porteurs de cardiopathies, par nécessité de restriction hydrique (49,50) et les enfants nécessitant une ventilation mécanique prolongée (6). Au décours de l'hospitalisation, la phase de « convalescence » post réanimatoire permet d'optimiser les apports énergétiques mais la durée de rattrapage calorique peut être longue, pouvant atteindre jusqu'à 6 mois après la sortie d'hospitalisation (4). Les techniques de nutrition artificielle sont donc indispensables afin de fournir des apports caloriques adéquats en temps voulu chez le patient agressé en réanimation et d'éviter que s'installe la dénutrition.

C. TECHNIQUES DE NUTRITION ARTIFICIELLE

1. La nutrition entérale

a) Définition

La nutrition entérale (du Grec ἔντερον, enteron : « intestin ») est une forme artificielle de support alimentaire, quasiment physiologique, qui consiste à administrer, par la bouche ou par l'intermédiaire d'une sonde d'alimentation, un liquide nutritif directement dans l'estomac ou dans le jéjunum. Son origine remonte à 3500 avant Jésus Christ parmi les peuples Egyptien, Indien et Chinois, qui administraient par voie intra-rectale des lavements à base de vin, de lait ou de blé. A l'époque de la Grèce Antique, Hippocrate et Platon ont été les premiers à suggérer l'importance de l'alimentation sur la santé. Ce n'est qu'au XVI^{ème} siècle que Capivaccus a développé le principe « moderne » de la nutrition entérale en introduisant le

premier « tube » d'alimentation. En 1790, John Hunter, chirurgien, utilise pour la première fois la nutrition entérale à des fins thérapeutiques chez l'adulte. La première pompe d'alimentation est imaginée par Dupuytren à Paris au début du XIX^{ème} siècle. Le développement des techniques et des préparations alimentaires a continué au fil des siècles jusqu'à atteindre son paroxysme au XX^{ème} siècle avec l'apparition de préparations entérales pour adultes de plus en plus élaborées (51). La nutrition entérale chez les enfants malades a été initiée par Holt en 1894 au Babies Hospital de New York City, aux États Unis, mais il faut attendre 1969 pour que Stephens développe des poches spécifiques de préparations entérales pédiatriques (52).

b) Indications et contre-indications

La nutrition entérale, est le support nutritionnel de choix pour tout patient dont le tube digestif est fonctionnel, lorsqu'une absence totale ou partielle d'alimentation de plus d'une semaine est prévisible (7,8,10). Elle est indiquée lorsque l'alimentation par voie orale est difficile voire impossible (obstruction des voies digestives hautes, intubation oro-trachéale, sédation, troubles de la vigilance, troubles de la déglutition) ou lorsque les apports nutritionnels par la bouche sont insuffisants (anorexie mentale, traitement anorexigène, troubles de l'oralité, altération de l'état neurologique). La voie entérale est fortement recommandée dans certaines situations telles que les brûlures, les pancréatites aiguës et les poussées de maladie de Crohn afin de majorer l'apport calorique et de stimuler la muqueuse intestinale.

Les contre-indications formelles à la nutrition entérale sont l'occlusion intestinale organique, les hémorragies digestives et les insuffisances intestinales aiguës. Les péritonites, les fistules non shuntées et les abcès intra-abdominaux ne sont que des contre-indications relatives (53) puisque la nutrition entérale est même recommandée, avec précaution, chez les adultes en post-opératoire d'une intervention gastro-intestinale (54). Aucune autre pathologie digestive

ou extra-digestive ne doit être un frein à l'instauration d'une alimentation entérale. Quelques éléments spécifiques sont à prendre en compte. Il est par exemple nécessaire d'évaluer l'adhésion du patient avant d'initier une nutrition entérale. Une précaution particulière est à prendre chez les patients ayant un traumatisme oto-rhino-laryngé concernant l'introduction de la sonde d'alimentation. Enfin, il est recommandé d'obtenir un état hémodynamique stable avant de débiter une nutrition entérale (17). Certaines pathologies ou complications spécifiques plus graves, tel que l'hémorragie digestive, l'ischémie intestinale et le syndrome de compartiment abdominal, chez un patient instable sur le plan hémodynamique, entraînent un arrêt immédiat de la nutrition entérale.

c) Bénéfices

Le bénéfice métabolique principal de la nutrition entérale est son caractère physiologique. Son initiation précoce stimule la muqueuse intestinale permettant ainsi de réduire les risques d'atrophie intestinale, de préserver la flore digestive et de maintenir les compétences immunes du patient (55). L'effet trophique réduit le risque de translocation bactérienne et fongique et la survenue de défaillance multi-viscérale. Le risque de « sur » alimentation, responsable d'hyperglycémie, d'hypertriglycémie, de troubles hépatiques tels qu'une cytoloyse, une cholestase ou une stéatose, et d'infections est moindre lorsque la voie entérale est privilégiée à la voie parentérale (16,56,57).

Le bénéfice en matière de prévention de l'ulcère de stress en réanimation est sujet à controverse. Une revue de la littérature menée par Marik suggère qu'une prophylaxie anti-ulcéreuse n'est pas requise lorsque le patient reçoit une alimentation entérale mais cette conclusion n'est basée sur aucune étude prospective randomisée contrôlée (58).

Le bénéfice financier est également à prendre en compte étant donné que la nutrition entérale est dix fois moins onéreuse que la nutrition parentérale.

Toutes les études objectivant un bénéfice de la voie entérale sur la voie parentérale ont été réalisées dans la population adulte. A ce jour, les études pédiatriques randomisées contrôlées prospectives sont insuffisantes pour statuer sur ce point chez l'enfant (8,59).

d) Complications

(i) Générales

Les complications de la nutrition entérale sont peu fréquentes. Elles regroupent les complications digestives (reflux gastro-oesophagien et vomissements, favorisés par un mauvais positionnement de la sonde d'alimentation, un débit d'administration trop élevé, un trouble de la vidange gastrique ou la position du patient en décubitus dorsal, et la diarrhée favorisée par l'hyper osmolarité des nutriments et un débit d'administration trop élevé), les complications respiratoires (micro inhalations de nutriments, responsables de pneumopathies acquises sous ventilation mécanique), les complications infectieuses locales oro-pharyngées et les complications métaboliques à type d'hypoglycémies ou d'hyperglycémies.

(ii) Intolérance digestive et prise en charge

L'intolérance digestive est la principale complication objectivée au cours de la nutrition entérale. Malgré l'absence de définition précise, certains paramètres cliniques (7), biologiques (glycémie, protidémie, albuminémie) et/ou énergétiques (en pourcentage de l'objectif calorique minimal acceptable durant une période donnée) sont retenus (55). Les paramètres principalement utilisés sont cliniques, tels que le ballonnement abdominal, les vomissements (au delà d'un épisode par jour), la diarrhée (au delà de 3 selles liquides par jour ou un score de Hart et Dobb ≥ 12 par 24 heures) (60) et le volume des résidus gastriques (200 ml chez l'adulte et deux fois le volume horaire chez l'enfant) (61,62). Bien que la mesure des résidus gastriques ne soit pas le parfait reflet de la vidange gastrique, elle permet d'autoriser ou non

une augmentation du débit d'alimentation (48). Dans la population adulte, l'intolérance digestive est estimée entre 20% et 62% des patients et aux alentours de 11,5 % dans la population pédiatrique (44,63).

Les facteurs de risque associés à l'intolérance digestive sont l'état de choc, du fait de l'hypoperfusion splanchnique, l'insuffisance rénale aigüe, l'hypophosphatémie et les drogues vasopressives responsables d'une diminution de la motricité gastrique (7,16,63). De même, la gastroparésie qui est un trouble fonctionnel digestif marqué par une tonicité anormale du fundus et une diminution des contractions de l'antré et du duodénum en l'absence de tout obstacle mécanique organique, réduit la vidange gastrique. En réanimation, elle est souvent favorisée par la diminution de l'activité physique et l'usage d'opioïdes. Les scores de sévérité de type PRISM et PELOD sont de mauvais facteurs prédictifs de tolérance à la nutrition entérale, mais seraient associés, lorsqu'ils sont élevés, à une initiation tardive de l'alimentation, à une durée prolongée de support nutritionnel et à un délai plus long pour atteindre les objectifs caloriques (55,64,65).

L'amélioration de la tolérance digestive se base sur des procédés cliniques (couchage en proclive dorsal), nutritionnels (diminution du volume administré, osmolarité adéquate des nutriments), techniques (pose de sonde post-pylorique) et thérapeutiques (suppression des traitements réduisant la motilité gastro-intestinale, ajout de prokinétiques). Les prokinétiques (métoclopramide et érythromycine) ne sont utilisés chez l'adulte qu'en cas de trouble de la vidange gastrique avéré (17,66). Les effets secondaires de ces deux molécules n'étant pas anodins (syndrome extrapyramidal, dystonie, syndrome malin des neuroleptiques pour le métoclopramide et développement de résistance aux antibiotiques et arythmies ventriculaires pour l'érythromycine), et devant l'absence d'études concernant leur efficacité en pédiatrie, leur utilisation chez l'enfant reste très limitée (10,63).

e) Modalités pratiques

(i) Site d'alimentation entérale

Le site gastrique doit être privilégié autant que possible afin de maintenir la sécrétion de gastrine par les cellules de la muqueuse antrale permettant le renouvellement cellulaire de l'épithélium intestinal et gastrique. La voie oro-gastrique est privilégiée chez les nourrissons de moins de 3 mois afin de préserver la liberté des voies aériennes supérieures. Au-delà de 3 mois, le passage naso-gastrique est possible. Le site jéjunale est indiqué en cas d'obstruction ou résection de l'estomac ou de trouble de la vidange gastrique. La mise en place d'une sonde naso-jéjunale reste complexe ; l'introduction et le positionnement adéquat de la sonde dans le 3^{ème} duodénum nécessitent un contrôle radiologique voire endoscopique et parfois l'usage de prokinétiques afin de réduire la stase gastrique. Les effets protecteurs du site jéjunale envers les micro-inhalations sont discutés. Heyland et Kattelman suggèrent que la position jéjunale de la sonde permet de réduire le volume des résidus gastriques et donc de réduire le risque de pneumopathie d'inhalation (11,57) tandis que d'autres études affirment que la position jéjunale de la sonde d'alimentation permet essentiellement l'administration d'une quantité plus importante de calories en comparaison avec le site gastrique, sans impact sur le risque de micro-inhalations (7,16,67,68). Au final, l'utilisation du site jéjunale ne doit être envisagée qu'en cas d'échecs répétés de la voie gastrique ou de risque élevé d'inhalation du contenu de l'estomac (10,17). La voie d'alimentation percutanée par gastrostomie est entre autres indiquée chez les patients nécessitant un support nutritionnel d'une durée supérieure à un mois et la voie percutanée par jéjunostomie est utilisée en cas d'intolérance de la nutrition en site gastrique.

(ii) Choix de sonde d'alimentation

Il existe trois types de sondes (**Figure 5**) : polychlorure de vinyle (PVC), silicone et polyuréthane. Les sondes en PVC n'ont aucune indication en nutrition entérale ; elles sont réservées aux prélèvements bactériologiques (sonde de Levin[®] simple courant) ou à l'aspiration digestive (sonde de Salem[®] double courant). Les sondes en silicone sont issues d'un matériau biocompatible et souple, permettant l'instillation des nutriments par voie entérale pendant 4 semaines. Elles nécessitent toutefois d'être placées au réfrigérateur deux heures avant la pose, d'être lubrifiées avant introduction et d'être régulièrement rincées. Les sondes en polyuréthane, avec une surface lisse interne réduisant la nécessité de rinçages répétés, sont également indiquées pour la nutrition entérale, pour une durée de 4 semaines. La taille des sondes d'alimentation varie de 6 à 14 Fr (diamètre évalué au cas par cas en fonction de la taille de l'orifice narinaire et de l'âge de l'enfant). La mise en place de la sonde est effectuée, la plupart du temps, par une infirmière, après avoir mesuré la distance nez-oreille-appendice xiphoïde auquel on rajoute de 2 à 5 cm. Cette distance correspond à la longueur de la sonde à introduire. Bien que le contrôle habituel de la position de la sonde s'effectue par injection d'air à l'aide d'une seringue et auscultation gastrique, un contrôle radiologique est recommandé pour visualiser la position exacte de la sonde. En réanimation, la gastroparésie et la position de la sonde d'alimentation au niveau du sphincter inférieur de l'œsophage en décubitus dorsal accentuent le risque de reflux gastro-oesophagien et l'inhalation du contenu gastrique ; ce qui incite à alimenter les patients en position proclive.



Figure 5 : Types de sonde (de gauche à droite : PVC, silicone, polyuréthane)

(iii) Type de nutriments

Chez l'adulte, le panel de préparations entérales est large. On distingue les formules hypocaloriques (1 ml=0,5 kcal), normocaloriques (1 ml=1 kcal et 0,4 g de protéines par ml), hyperprotidiques (1 ml=1,5 kcal et 0,7g de protéines par ml), hypercaloriques (1 ml=1,5 kcal), riche en arginine, semi-élémentaire ou pauvres en glucides. En pédiatrie, le choix des préparations est plus restreint du fait de l'utilisation fréquente du lait maternel et des laits premier ou deuxième âge chez l'enfant sans besoins particuliers. Nous avons détaillé dans le **Tableau 1**, les différents types de nutriments disponibles à l'Hôpital d'Enfants du CHU de Nancy.

Les formules riches en facteurs immunitaires (arginine, glutamine, acides gras poly-insaturés de la série n-3, nucléotides, zinc, sélénium et vitamines A, E et C), développés pour la population adulte, ont pour but de réduire le déficit immunitaire des patients agressés. Les résultats des études cliniques semblent encourageants chez les patients en post opératoire de chirurgie digestive, les brûlés et les polytraumatisés (17) en matière de réduction du risque infectieux mais sans réduction significative de la mortalité (69). Chez l'enfant, l'utilisation de ces préparations n'est toutefois pas recommandée devant l'insuffisance d'études multicentriques, homogènes et randomisées (10).

Tableau 1 : Produits nutritionnels utilisés en réanimation pédiatrique.

<i>Type de nutriments</i>	<i>Age</i>	<i>Poids</i>	<i>Equivalence calorique (par ml)</i>	<i>Indications particulières</i>
<i>Lait maternel</i>	0-1 an		0,6	
<i>Lait 1^{er} âge</i>	0-6 mois		0,7	
<i>Lait 2^{ème} âge</i>	6 mois- 1 an		0,7	
<i>Infatrini</i>	0-1 an	Inférieur à 8 kg	1	
<i>Nutrini standard</i>	1-6 ans	8-20 kg	1	
<i>NutriniMax</i>	7-12 ans	21-45 kg	1	
<i>Nutrison ou Frésubin</i>	Au-delà de 12 ans	Au-delà de 45 kg	1	
<i>Energy</i>			1,5	Restriction hydrique
<i>Fibres</i>				Constipation ou diarrhée

(iv) Mode d'administration

Il existe différents mode d'administration pour l'alimentation entérale : à débit continu par pompe ou gravité, cyclique (sur 12 heures, en général la nuit), à débit discontinu (bolus de nutriments à intervalles réguliers) et trophique (faible débit d'alimentation en continu afin de maintenir l'intégrité de la muqueuse intestinale). Le débit discontinu, le plus physiologique, est recommandé pour des patients non agressés, avec un bon contrôle des voies aériennes et avec une bonne tolérance digestive (70).

Chez les patients adultes en réanimation, les recommandations actuelles de la Société de Réanimation de Langue Française (SRLF) et de la Société Française d'Anesthésie et de Réanimation (SFAR) préconisent une nutrition entérale continue (7,63,71) afin de limiter le risque d'intolérance digestive, tout en adaptant le débit en vue d'atteindre l'objectif final en moins de 48 heures. Deux études menées en réanimation pédiatriques suggèrent que l'alimentation à débit discontinu serait plus adaptée, tant en termes de tolérance digestive que d'atteinte des objectifs caloriques (72,73). Il n'y a toutefois pas de recommandations précises

pour la population pédiatrique, raison pour laquelle les recommandations adultes sont souvent extrapolées.

(v) Intérêt d'une procédure opérationnelle de service

L'intérêt d'un protocole de service est recommandé pour les adultes en réanimation (10). Dans la population pédiatrique, il est fortement encouragé d'avoir une POS de nutrition entérale (6,59,64,74,75). Selon les recommandations, chaque service de réanimation devrait élaborer une POS de nutrition entérale personnalisée et basée sur les recommandations internationales afin de standardiser leurs pratiques (75). L'instauration d'objectifs précis et d'une conduite à tenir claire est souhaitable pour assurer la faisabilité de la procédure au sein des équipes médicale et paramédicale. L'adhésion à un protocole permet de majorer la quantité d'alimentation administrée passant de 66% à 78% de la quantité prescrite dans une population adulte (11,44) et de 38% à 75% dans une population pédiatrique (59). Dans l'étude de Petrillo-Albarano menée chez des enfants hospitalisés en réanimation, le délai d'atteinte des objectifs caloriques est plus court (18,5 heures versus 57,8 heures) après la mise en place d'un protocole d'alimentation précoce (74).

2. La nutrition parentérale

a) Définition

La nutrition parentérale est une technique « non physiologique » de nutrition artificielle par voie intraveineuse, périphérique ou centrale, évitant ainsi le circuit habituel de l'alimentation et de la digestion. La première ébauche de nutrition parentérale date du XII^{ème} siècle en Espagne. Harvey fut le premier à décrire le système circulatoire sanguin en 1628 permettant d'initier, dès 1831, des perfusions de solutions salines pour traiter les patients atteints par le

choléra. Durant le XIX^{ème} siècle, Claude Bernard développa des solutions à base de lait, de glucides et de protéines comme substrats énergétiques. Le vrai essor de la nutrition parentérale date de 1909, grâce à Abderhalten, qui réussit à alimenter par voie veineuse un enfant de 8 ans. Durant le XX^{ème} siècle, les techniques d'administration et les préparations nutritionnelles se sont progressivement améliorées.

b) Indications et contre-indications

La nutrition parentérale est indiquée de manière absolue en cas d'insuffisance intestinale aiguë ou chronique, d'occlusion digestive et de colites sévères, et de manière relative lorsque l'intestin nécessite un repos (malabsorption). Dans les autres cas, elle n'est qu'un complément à la voie orale ou entérale afin de couvrir les besoins énergétiques du patient. Elle n'est jamais systématiquement indiquée chez le malade ventilé en état critique. Associer une nutrition parentérale à la voie entérale lors de l'initiation de l'alimentation artificielle chez un patient en réanimation non dénutri n'apporte aucun effet bénéfique sur le devenir clinique. Au contraire, elle induit un risque de suralimentation et les complications qui lui sont associées (48,76). En revanche, en cas de non obtention des apports caloriques requis au terme de cinq jours d'alimentation par voie entérale en réanimation, un supplément nutritionnel par voie parentérale est justifié (3,16,17,77). Il n'y a pas de contre-indication à la nutrition parentérale.

c) Bénéfices

Il n'y a pas de bénéfice majeur à l'utilisation de la nutrition parentérale par rapport à l'alimentation entérale lorsque le tube digestif est fonctionnel. La voie parentérale permet néanmoins d'apporter les substrats énergétiques aux patients ne pouvant les assimiler par voie entérale.

d) Complications

La nutrition parentérale présente une iatrogénie importante pouvant, à terme, compromettre le pronostic vital du patient. Les principales complications sont techniques (complications mécaniques liées à la pose de la voie veineuse ou à l'administration des nutriments, infection du cathéter veineux, occlusion du cathéter et thrombose veineuse), métaboliques (complications hépato-biliaires de type cholestase, cytolyse, stéatose hépatique ou lithiase biliaire, hyperglycémie ou hypoglycémie et hypertryglycémie) et infectieuses (risque de translocation bactérienne et fongique majorée par l'atrophie intestinale).

e) Modalités pratiques

Plusieurs voies d'administration sont disponibles. La voie veineuse périphérique est utilisée lorsque la nutrition parentérale est envisagée pour moins de trois semaines, tandis que la voie centrale est préférée au-delà de trois semaines de support nutritionnel et en cas de perfusion de solutés hyperosmolaires.

L'évaluation des besoins hydriques et nutritionnels permet d'ajuster les nutriments à administrer. Il est possible de perfuser des mélanges nutritifs pré-conditionnés ou des mélanges plus spécifiques, avec une prescription médicale détaillée en fonction de chaque macro et micro-nutriment.

Le mode d'administration peut être continu chez un patient avec un état hémodynamique précaire ou discontinu (nocturne) en cas de complément à la nutrition entérale.

La tolérance clinique (œdème, poids) et biologique (glycémie, bilan lipidique, bilan hépatique) doivent être régulièrement surveillées. Des mesures d'asepsie rigoureuses doivent être appliquées lors des manipulations des cathéters.

C'est dans le but d'augmenter et d'améliorer notre prescription de nutrition entérale et de réduire celle de nutrition parentérale que nous avons menée cette étude.

II. ÉTUDE MENÉE

A. OBJECTIF

Les recommandations précises de nutrition entérale chez l'enfant en réanimation pédiatrique sont peu nombreuses. Les experts internationaux invitent les professionnels de santé à appliquer, chez les enfants, une prise en charge proche de celle des adultes, à savoir l'initiation précoce de l'alimentation, l'augmentation rapide des quantités de nutriments administrés et la réduction du nombre d'interruptions évitables. Ces pratiques doivent faire l'objet d'une procédure opérationnelle standardisée (POS), devant emporter l'adhésion du personnel.

Dans le service de réanimation pédiatrique de l'Hôpital d'Enfants à Nancy, la nutrition entérale était, jusqu'en 2013, mise en place et modifiée selon des critères cliniques et une fréquence propres à chaque médecin réanimateur. En accord avec les recommandations internationales, il a été décidé de mettre en place une POS régissant la manière d'instaurer et d'administrer la nutrition entérale, en déléguant la gestion au personnel paramédical.

Dans ce travail, nous avons cherché à évaluer l'intérêt et la faisabilité d'un protocole de nutrition entérale précoce chez les enfants ventilés mécaniquement. Les objectifs étaient d'évaluer le délai d'initiation de l'alimentation entérale, le délai avant l'atteinte des objectifs énergétiques ainsi que la variation pondérale au terme des sept jours de suivi, tout en surveillant l'incidence des complications digestives, la mortalité à J28, et en analysant les facteurs entravant la progression adéquate de la nutrition.

B. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Type d'étude et patients

Dans le cadre d'une étude monocentrique, prospective et observationnelle menée dans le service de réanimation pédiatrique de l'Hôpital d'enfant à Nancy, de novembre 2012 à avril 2013, les patients admis en réanimation présentant l'ensemble des critères suivants étaient inclus :

- Age inférieur à 18 ans au moment de l'admission en réanimation,
- Ventilation mécanique supérieure à 24 heures,
- Nutrition entérale par sonde oro ou naso gastrique prévue pour une durée minimale de 48 heures.

Les critères d'exclusion de l'étude étaient la prématurité (naissance avant 37 semaines d'aménorrhée), la présence d'une contre indication absolue et non rapidement réversible à l'alimentation entérale (hémorragie digestive, occlusion intestinale organique, insuffisance intestinale aigüe et fistule digestive) et une durée réelle d'alimentation entérale inférieure à 48 heures.

L'état de choc, considéré comme une contre indication transitoire à l'alimentation entérale, n'était pas retenu comme critère d'exclusion.

Nous avons divisé notre recueil de données en deux périodes. Durant la première période, de mi-novembre 2012 à mi-janvier 2013, nous avons analysé les données des patients alimentés selon les anciennes pratiques du service. Durant la seconde période, de mi-janvier 2013 à mi-avril 2013, nous avons étudié les mêmes données chez les enfants bénéficiant du protocole d'alimentation de nutrition entérale.

2. Déroulement de l'étude

La sélection des patients pour l'étude avait lieu dès le premier jour d'admission. D'emblée, les critères d'exclusion puis, secondairement, les signes d'instabilité hémodynamique, dont la prise en charge retardait l'initiation de la nutrition entérale, étaient recherchés. L'utilisation et la posologie des catécholamines étaient évaluées quotidiennement afin d'autoriser le début de l'alimentation entérale.

Les informations relatives au recueil de données clinico-biologiques de l'enfant pour l'étude étaient transmises aux parents par voie orale et écrite, par le biais d'une notice d'information. La non-opposition parentale était consignée par écrit.

Les débits d'alimentation étaient initiés et modifiés selon la POS établie, tout en surveillant l'émergence de signes d'intolérance digestive. La fin de la période de recueil correspondait au septième jour d'hospitalisation en réanimation ou à la sortie du service, à compter du premier jour de nutrition entérale.

L'étude se terminait par l'évaluation de la mortalité à J28 du début de la nutrition entérale.

3. Objectifs de l'étude

Comparaison de deux populations soumises à des modalités de nutrition entérale différentes.

a) Critères de jugement principaux

Les critères de jugement principaux étaient le délai d'initiation de la nutrition entérale et le délai d'atteinte des objectifs énergétiques dans les sept jours après l'instauration de la nutrition entérale.

b) Critères de jugement secondaires

Les critères de jugement secondaires comportaient :

- l'incidence des complications digestives secondaires à l'alimentation entérale,

- l'identification de facteurs impactant la bonne progression de l'alimentation entérale,
- la variation pondérale observée entre l'admission et la sortie du service de réanimation.

c) Données recueillies

Les paramètres recueillis à l'inclusion :

- Caractéristiques du patient : âge, sexe, antécédents médicaux et chirurgicaux, poids, taille, IMC, rapport PB/PC, rapport poids/taille.
- Caractéristiques de l'hospitalisation : date d'entrée, date de sortie, motif d'hospitalisation.
- Evaluation de la gravité : scores de PRISM et PELOD (admission et inclusion), utilisation d'amines vasopressives, pH, lactate, index d'oxygénation, PaO₂/FiO₂, ASAT, ALAT, TQ, diurèse, urémie, créatininémie, index cardiaque, fraction d'éjection, pression artérielle moyenne.
- Caractéristiques de la nutrition entérale : type de sonde d'alimentation, type de nutriments, voie d'administration, date et heure de début de l'alimentation, objectif calorique, objectif protéique, calories et protéines apportées par la nutrition parentérale.

Les paramètres recueillis de manière pluri quotidienne :

- Caractéristiques de la nutrition entérale : calories prescrites et administrées, nombre, durée et motifs des interruptions.
- Caractéristiques du patient : tolérance digestive (volume des résidus gastriques, ballonnement abdominal, vomissements, diarrhée), glycémie, motif de défaillance

clinique, paramètres ventilatoires, traitements utilisés (catécholamines, morphiniques, benzodiazépines, propofol, barbituriques, clonidine).

Le poids, la taille, l'IMC, les rapports PB/PC étaient relevés à la sortie d'hospitalisation en réanimation. Nous avons noté la durée de ventilation mécanique et de séjour en réanimation et en hospitalisation. Enfin la mortalité à J28 du début de la nutrition entérale était également relevée.

d) Le protocole de nutrition entérale

La POS de nutrition entérale présentée en Annexe 1 et basée sur les recommandations des sociétés savantes, a été développée par les médecins du service de réanimation pédiatrique. Ces recommandations et conférences de consensus concernent principalement la population adulte, mais les études menées dans la population pédiatrique en reprennent les points fondamentaux. Les habitudes du service en ce qui concerne les modalités pratiques de l'alimentation entérale (passage oral ou nasal de la sonde, diamètre de la sonde, type de nutriments disponible à l'Hôpital d'Enfants) ont été conservées.

Puisqu'aucune formule standardisée de calcul des besoins énergétiques n'est applicable de manière suffisamment précise chez l'enfant en état critique sous ventilation mécanique, les apports énergétiques préconisés par l'OMS ont été retenus. Par souci de clarté et de facilité d'application de la POS au sein de l'équipe médicale et paramédicale, des droites de régression linéaire ont été établies, d'après les données OMS, afin d'obtenir des formules de calcul des apports énergétiques en fonction du sexe, de l'âge ou du poids (**Annexe 2**). Le NAP du patient en état critique ne peut être évalué de manière précise ; notre estimation des besoins énergétiques se rapproche des ANC. Les calories théoriques, calculées en fonction des ANC, correspondent à un apport de 111,1 kcal/kg/jour (IIQ 96,3 ; 127,2 kcal/kg/j) et les

calories théoriques, calculées d'après notre formule, étaient de 110 kcal/kg/j (IIQ 77,9 ; 110 kcal/kg/j) ($p=0,363$).

e) Statistiques

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel XL-Stat (Addinsoft SARL, Paris, France). Les résultats sont exprimés en médiane (intervalle inter quartile) pour les variables quantitatives et en pourcentage (nombre) pour les variables qualitatives. Les comparaisons entre les deux groupes « avant »/« après » ont été réalisées avec le test non paramétrique de Mann Whitney pour les variables quantitatives et le test du Khi2 pour les variables discrètes. Un p inférieur ou égal à 0,05 est considéré comme significatif.

f) Éthique

La direction de la recherche clinique et de l'innovation, sollicitée dans le cadre de ce travail, nous a dispensés de l'accord du comité d'éthique.

C. RÉSULTATS

1. Caractéristiques de la population

Nous avons étudié, au total, un groupe de 22 patients, dont les caractéristiques cliniques et biologiques sont retranscrites dans le **Tableau 2**.

Tableau 2 : Caractéristiques de la population globale (n=22)

Résultats exprimés en médiane (intervalle inter quartile) pour les variables quantitatives, et en nombre (%) pour les variables discrètes.

	Patients inclus dans l'étude (n=22)
Age	0,61 (0,12-3,52)
Sexe (masculin/féminin)	14 (63,6%) / 10 (36,4%)
Antécédents médicaux	11(50%)
Antécédents chirurgicaux	2 (14,2%)
Poids (kg)	6,48 (4,01-13,87)
Taille (cm)	63,5 (53,8-98)
IMC (kg/m ²)	14,3 (12,7-15,3)
PB/PC	0,31 (0,29-0,32)
P/T (z-score)	-1,5 (-1,9-0,9)
A l'admission :	
PRISM	15 (8-20,7)
PELOD	10,5 (2-11)
A l'inclusion:	
PRISM	2,5 (0,2-7)
PELOD	2 (1-11)
Lactate (mmol/l)	1,1 (0,9-1,7)
Dénutrition	4 (20%)
Surpoids	2 (10%)
Durée de séjour (jour)	14 (7-20,5)
Nombre d'arrêts	6 (2,2-8)
Durée d'arrêts (minutes)	690 (367-1432)
Evènement digestif par patient	0 (0-3)
Intolérance digestive	7 (31,8%)
Traitements :	
Catécholamines	5 (22,7%)
Curares	5 (22,7%)
Morphiniques	21 (95,4%)
Benzodiazépines	19 (86,3%)
Barbituriques	1 (4,5%)
Propofol	10 (45,4%)
Clonidine	5 (22,7%)

IMC : indice de masse corporelle ; PB/PC : périmètre brachial sur périmètre crânien ; P/T : poids sur taille ; PRISM : pediatric risk of mortality score ; PELOD : pediatric multiple organ dysfunction score.

2. Caractéristiques de la population incluse avant l'introduction du protocole

Quatorze patients ont été inclus avant la mise en place de la POS. Parmi eux, 71,4% (n=10) étaient de sexe masculin. L'âge médian à l'admission était de 0,5 ans (IIQ 0,1-3,8 ans). Des antécédents médicaux (tels qu'une communication auriculo-ventriculaire, une obésité, une dystrophie neuromusculaire, un épendymome et une épilepsie) et chirurgicaux (fracture du fémur et ventriculocisternostomie) étaient retrouvés respectivement chez 42,9 % (n=6) et 14,3% (n=2) des patients. Une variation de poids de -0,9% (IIQ -2,9% ; 7,2%) entre l'admission et la sortie du patient était mise en évidence. Trois patients sur quatorze (21,4%) étaient considérés comme dénutris, avec un indice de Waterlow inférieur à -2 z-score.

La répartition des diagnostics à l'admission est représentée par la **Figure 6**.

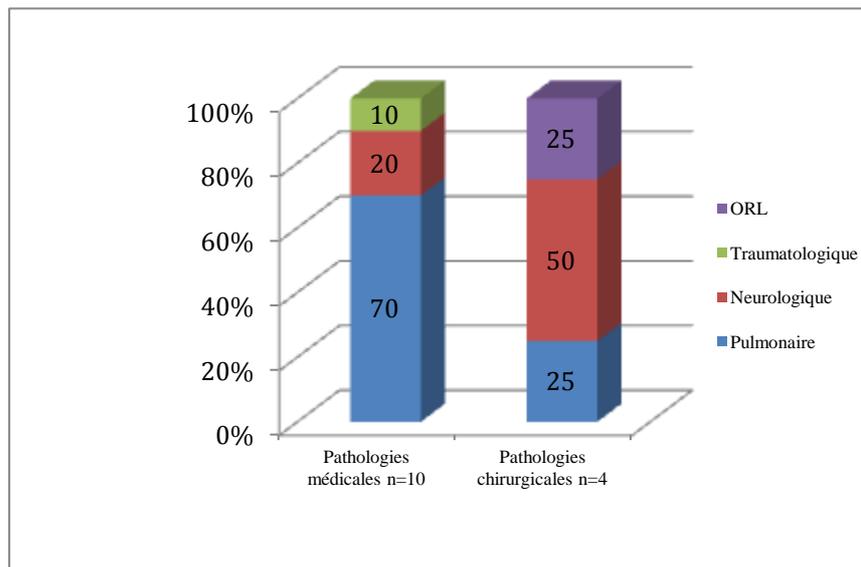


Figure 6 : Répartition des diagnostics (avant protocole)

La durée médiane de séjour en réanimation était de 14 jours (IIQ 8-23,2 jours). Le délai d'initiation de l'alimentation entérale était de 2 jours (IIQ 1-3,8 jours). Des amines vasopressives étaient administrées à quatre patients (28,6%), à l'initiation de la nutrition entérale. Durant les sept jours de suivi, trois patients (21,4%) étaient sous curares, treize patients (92,9%) sous morphiniques, onze patients (78,6%) sous benzodiazépines, un patient (7,1%) sous barbituriques, cinq patients (35,7%) sous propofol et quatre patients (28,6%) sous clonidine.

Tous les patients étaient sous ventilation mécanique à l'initiation de l'alimentation entérale ; 57,1% (n=8) des patients étaient intubés à J7 (l'extubation était effectuée chez deux patients à J4, trois patients à J5 et un patient à J6). La défaillance d'organe était respiratoire dans 64,3% des cas (n=9) et neurologique dans 35,7% des cas (n=5).

Tous les patients étaient alimentés par voie intra gastrique et à débit continu. Six patients (42,8%) recevaient une nutrition parentérale, initiée avant le début de l'alimentation entérale.

Aucun vomissement n'était observé à J1. A J2 et J3, 14,2% (n=2) des patients avaient vomi ; à J4, 28,6% (n=3) des patients avaient vomi et enfin de J5 à J7, 28,6% (n=4) des patients avaient présenté des vomissements. Les résidus gastriques n'étaient pas relevés dans ce groupe. Aucun ballonnement abdominal n'était observé de J1 à J4 ; à J5, 7,1% (n=1) des patients étaient ballonnés et à J7, 14,3% (n=2) des patients étaient ballonnés. À J7, un patient (7,1%) présentait un tableau de diarrhée. Au terme des sept jours de suivi, il était objectivé 0,5 épisode de vomissement par patient, 0,14 épisode de ballonnement abdominal par patient et 0,07 épisode diarrhéique par patient.

Les motifs d'interruption de la nutrition entérale avant mise en place de la POS sont présentés dans la **Figure 7**.

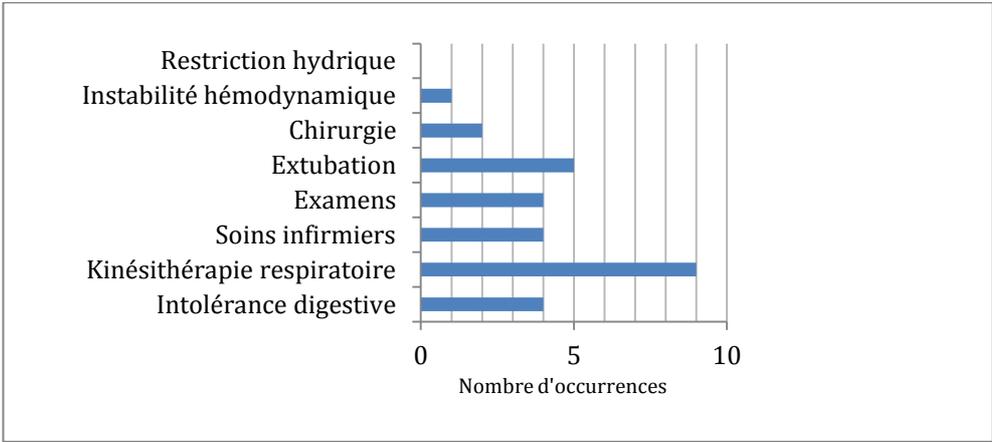


Figure 7 : Motifs d'interruption de la nutrition entérale (avant protocole)

La **Figure 8** représente la répartition des calories cumulées totales, sur les sept jours de suivi en fonction des calories requises, des calories prescrites et des calories administrées. La prescription et l'administration médiane de calories étaient respectivement de 1762 calories et 1445 calories tandis que les apports énergétiques théoriques étaient de 4375 calories.

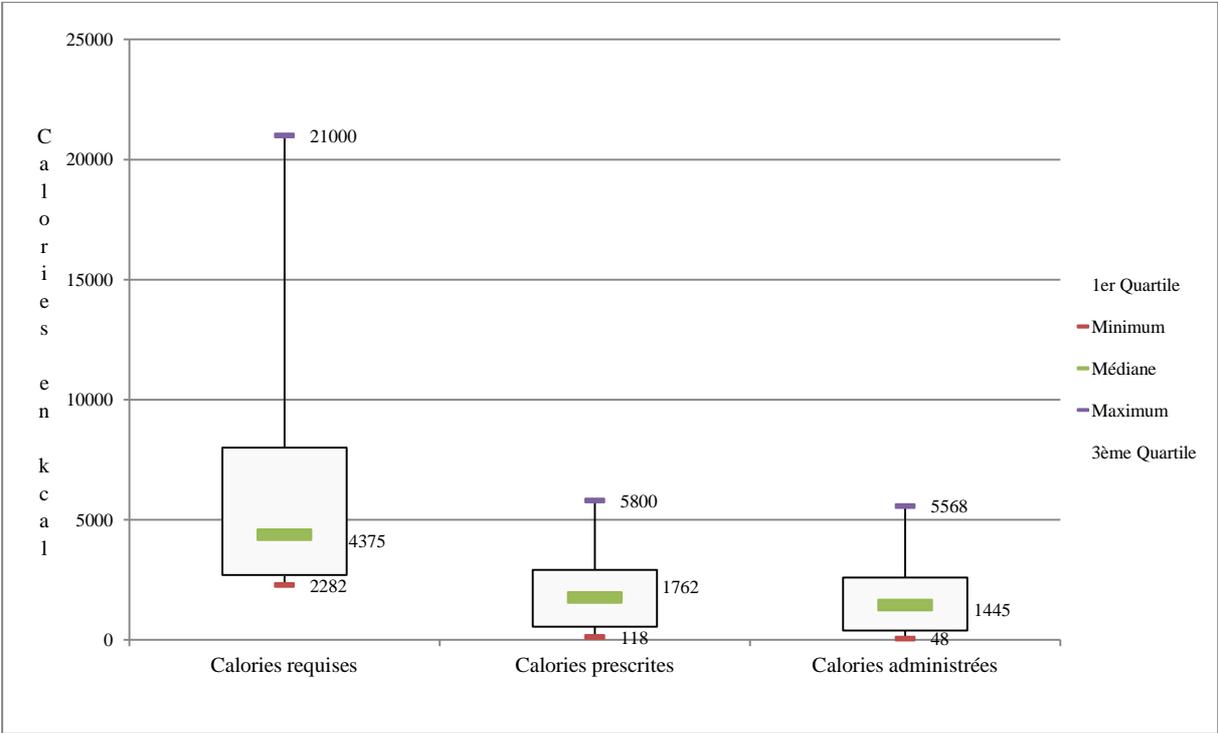


Figure 8 : Répartition des calories cumulées totales (avant protocole)

3. Caractéristiques de la population incluse après l'introduction du protocole

Huit patients ont été inclus après la mise en place de la procédure de nutrition entérale. Quatre d'entre eux (50%) étaient de sexe masculin. L'âge médian à l'admission était de 0,6 ans (IIQ 0,3-2,5 ans). Cinq patients sur huit (62,5%) avaient des antécédents médicaux, dont une encéphalopathie, une hypotonie, une trisomie 21, une communication auriculo-ventriculaire, une dystrophie neuromusculaire et un lupus. Des antécédents chirurgicaux, tels qu'une cure complète d'une communication auriculo-ventriculaire et une fracture de fémur, étaient retrouvés chez deux patients (25%). Une variation de poids de -0,5% (IIQ -7,2% ; 7,1%) entre l'admission et la sortie du patient était notée. Un patient (12,5%) était considéré comme dénutri.

La répartition des diagnostics dans le groupe de malades inclus après mise en place du protocole est représentée par la **Figure 9**.

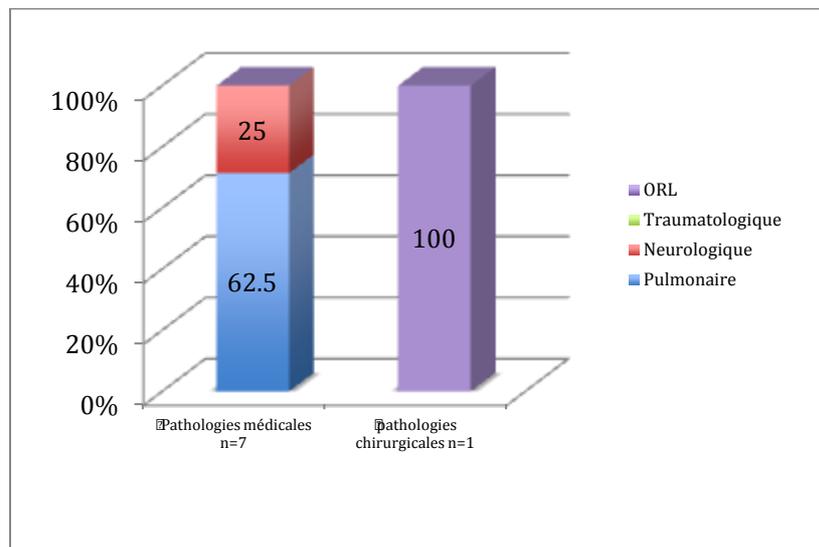


Figure 9 : Répartition des diagnostics (après protocole)

La durée médiane de séjour en réanimation était de 14 jours (IIQ 8-22,5 jours). Le délai d'initiation de l'alimentation entérale était de 0,5 jour (IIQ 0-1 jour).

Un patient (12,5%) était sous amines vasopressives lors de l'initiation de la nutrition entérale. Durant les sept jours de suivi, des traitements par curares, morphiniques, benzodiazépines, propofol, et clonidine étaient administrés à, respectivement, 25% (n=2), 100% (n=8), 100% (n=8), 62,5% (n=5) et 12,5% (n=1) des patients.

Tous les patients étaient sous ventilation mécanique à l'initiation de l'alimentation entérale ; 62,5% (n=5) des patients étaient intubés à J7 (l'extubation était effectuée chez un patient à J3, un patient à J4 et un patient à J5). La défaillance d'organe était respiratoire dans 87,5% des cas (n=7) et neurologique dans 12,5% des cas (n=1).

Tous les patients étaient alimentés par voie intra-gastrique, à débit continu. Aucun des patients inclus pendant la période « post protocole » n'avait reçu de complément nutritionnel par la voie parentérale.

À J1, 12,5% (n=1) des patients avaient des résidus gastriques considérés comme excessifs (supérieurs à deux fois le volume horaire). De J3 à J7, les résidus gastriques étaient relevés chez 25% (n=2) des patients. À J1, 25% (n=2) des patients vomissaient puis 37,5% (n=3) des patients avaient des vomissements entre J3 et J7. Des ballonnements abdominaux étaient présents chez 12,5% (n=1) des patients à J3 puis 25% (n=2) des patients de J4 à J7. Enfin, aucun des patients n'avait présenté de diarrhée. Au terme des sept jours de suivi, il était objectivé 0,62 épisode de vomissement par patient, 0,75 épisode de ballonnement abdominal par patient, et 1,25 épisodes de résidus gastriques par patient.

Les motifs d'interruption de l'alimentation entérale sont présentés dans la **Figure 10**.

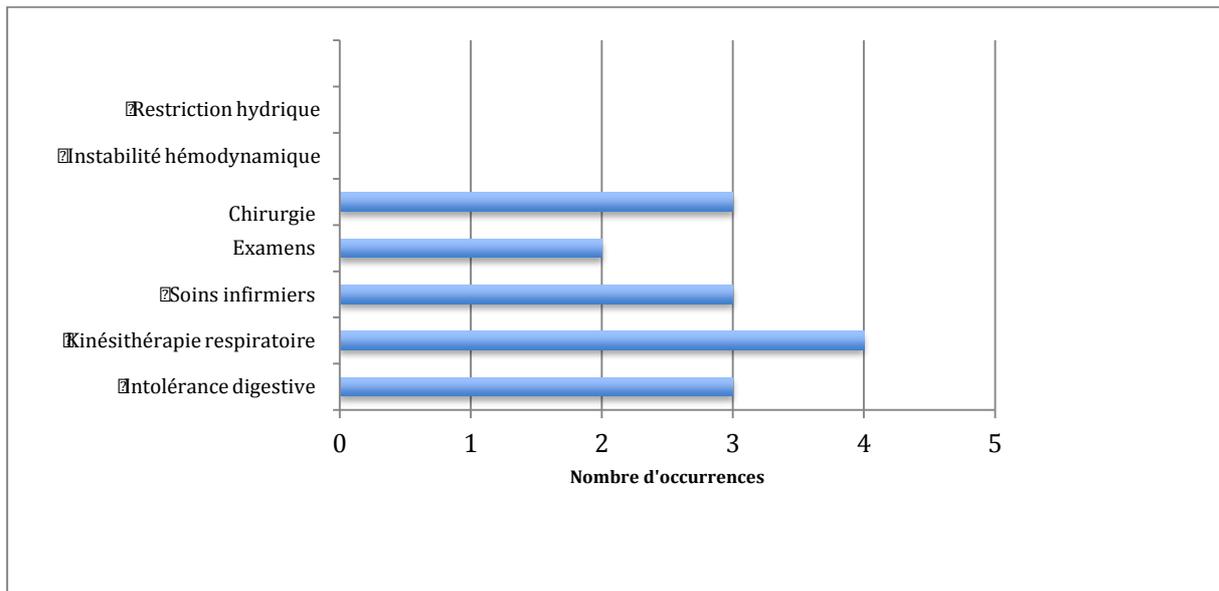


Figure 10 : Motifs d'interruption de la nutrition entérale (après protocole)

La **Figure 11** représente la répartition des calories cumulées totales, sur 7 jours de suivi en fonction des calories requises, des calories prescrites et des calories administrées. La prescription et l'administration médiane de calories étaient respectivement de 3657 calories et 2609 calories tandis que les apports énergétiques théoriques étaient de 4186 calories.

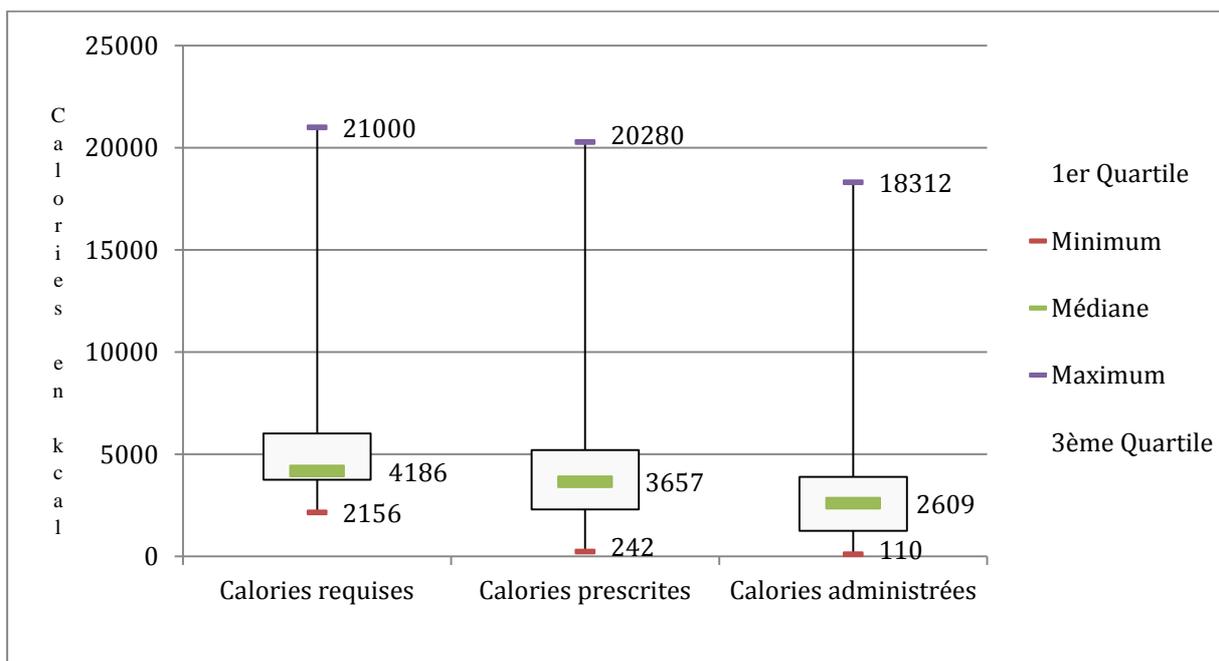


Figure 11 : Répartition des calories cumulées totales (après protocole)

4. Comparaison des deux groupes

a) Caractéristiques cliniques et biologiques

Aucune différence significative n'était mise en évidence entre les deux groupes concernant les paramètres démographiques (âge, sexe), anthropométriques (poids, taille, dénutrition, surpoids), diagnostics ($p=0,713$), les scores de gravité à l'admission et à l'inclusion, la durée d'hospitalisation en réanimation, la tolérance digestive, le nombre et la durée des interruptions de l'alimentation et l'impact des traitements sur la progression de la nutrition entérale. La mortalité à J28, initialement analysée, n'a pas été comparée, devant l'insuffisance de patients dans chaque groupe.

Le **Tableau 3** compare les différents paramètres cliniques et biologiques entre les deux groupes de patients.

Tableau 3 : Comparaison des paramètres cliniques et biologiques entre les 2 groupes.

Résultats exprimés en médiane (intervalle inter quartile) pour les variables quantitatives, et en nombre (%) pour les variables discrètes.

	Avant (n=14)	Après (n= 8)	p
Age	0,48 (0,08-3,74)	0,61 (0,34-2,49)	0,657
Sexe (M)	10 (71,4%)	4 (50%)	0,174
Antécédents médicaux	6 (42%)	5 (62,5%)	0,374
Antécédents chirurgicaux	2 (14,2%)	2 (25%)	0,587
Poids (kg)			
admission	6,48 (3,52-15,37)	6,25 (4,86-9,38)	0,918
sortie	6,44 (4-16,36)	6,85 (4,76-9,5)	1
Variation de poids	-0,9 (-2,97-7,21)	-0,5 (-7,2-7,1)	0,811
Taille	63 (53-107)	63,9 (56,9-84,8)	0,973
IMC	14 (12,1-15,3)	14,6 (14-16,3)	0,380
PB/PC	0,3 (0,28-0,32)	0,32 (0,30-0,34)	0,297
P/T	85 (84-108)	94 (89,5-97)	0,662
A l'admission :			
PRISM	17 (13,5-21)	9 (5,3-15,5)	0,116
PELOD	11 (4-18,8)	2 (1,8-11)	0,110
A l'inclusion :			
PRISM	4 (1,3-9,8)	1 (0-2,3)	0,05
PELOD	2 (1,3-11)	1,5 (1-4,3)	0,302
Lactate	1,2 (0,8-1,7)	1,1 (1,1-1,3)	1
Dénutrition	4 (20%)	1 (14,2%)	1
Surpoids	2 (15,4%)	0	0,521
Durée de séjour	14 (8-23,3)	14 (8-22,5)	0,764
Nombre total d'arrêts	5,5 (2,2-7)	9 (3,5-10,8)	0,181
Durée totale d'arrêts (min)	985 (345-2385)	640 (510-675)	0,339
Evènements digestifs (par patient)	0 (0-1)	0 (0-5)	0,579
Intolérance digestive	4 (28,6%)	3 (37,5%)	1
Traitements :			
Catécholamines	4 (28,6%)	1 (12,5%)	0,613
Curares	3 (21,4%)	2 (25%)	1
Morphiniques	13 (92,8%)	8 (100%)	1
Benzodiazépines	11 (78,5%)	8 (100%)	0,273
Barbituriques	1 (7,1%)	0	1
Propofol	5 (35,7%)	5 (62,5%)	0,225
Clonidine	4 (28,5%)	1 (12,5%)	0,613

IMC : indice de masse corporelle ; PB/PC : périmètre brachial sur périmètre crânien ; P/T : poids sur taille ; PRISM : pediatric risk of mortality score ; PELOD : pediatric multiple organ dysfunction score.

Test du Khi2 appliqué aux variables qualitatives. Test de Mann-Whitney appliqué aux variables quantitatives. p significatif <0,05.

b) Apports caloriques

Le délai d'initiation de la nutrition entérale était significativement plus court dans le groupe « post protocole » (0,5 jours contre 2 jours) ($p=0,023$).

La prescription calorique (en calories prescrites/kg) était significativement plus importante dans le groupe « post protocole » du premier au cinquième jour ($p<0,05$). Les patients alimentés selon la procédure recevaient significativement plus de calories pendant les trois premiers jours après quoi la différence n'était plus significative.

Le ratio calories reçues/calories prescrites était significativement plus important dans le groupe « pré-protocole » au premier, troisième et quatrième jour. En revanche, le ratio calories reçues/calories cibles était significativement plus important dans le groupe « post protocole » durant les trois premiers jours d'alimentation entérale ($p=0,01$).

Un patient, dans le groupe « pré-protocole », avait atteint son objectif calorique à J5. Deux patients dans le groupe « post-protocole » avaient atteint leurs objectifs caloriques à J5 et J7. Les autres patients n'ont pas atteints leurs objectifs caloriques durant les sept jours de suivi.

Sur les sept jours de suivi, il n'y avait pas de différence significative entre le ratio calories reçues/calories prescrites, le ratio calories reçues/calories cibles et le délai d'atteinte des objectifs caloriques entre les deux groupes. Le ratio calories prescrites/calories cibles est significativement plus élevé dans le groupe post-protocole (88,9% contre 35,5%) ($p=0,013$).

Ces résultats sont retranscrits dans le **Tableau 4**. La **Figure 12** représente la répartition des calories reçues par rapport aux calories prescrites et cibles, le délai d'initiation de la nutrition entérale et le délai d'atteinte des objectifs caloriques.

Tableau 4 : Comparaison de la prescription calorique entre les 2 groupes.

	AVANT PROTOCOLE (n=14)	APRÈS PROTOCOLE (n=8)	p
Calories cibles/kg	109,8 (74,9-109,9)	110 (77,8-110)	0,238
Calories prescrites/kg			
J1	10,2 (6,4-11,4)	29,4 (29,4-31,5)	0,00014
J2	22,2 (13,9-26,3)	61,7 (56,4-76)	<0,0001
J3	32,2 (5,6-39,6)	106,2 (84,7-110)	0,0005
J4	39,6 (12-56,6)	88,4 (77,8-107)	0,007
J5	47 (12-77,7)	78,1 (66,6-102,2)	0,079
Calories reçues/kg			
J1	8,3 (5,5-11,4)	23,8 (18,9-26,6)	0,002
J2	16,7 (8,4-23,4)	50,6 (44,4-69,1)	0,002
J3	23,8 (5,6-34,2)	53,4 (43,6-86,3)	0,006
J4	21,4 (9,5-52,9)	51,3 (44-64,7)	0,072
J5	18,5 (7,4-56,9)	55,9 (50,1-68,6)	0,097
Ratio calories reçues/calories prescrites			
J1	100 (89,6-100)	74,2 (63,7-86,8)	0,009
J2	96,6 (75,8-99,5)	88,1 (73,4-94,3)	0,472
J3	95 (86,5-96,9)	68,2 (57,9-89,3)	0,034
J4	93,8 (84,4-97,4)	69,4 (63,8-81,4)	0,031
J5	95,8 (66,7-97,2)	71,6 (63,4-85,3)	0,587
Ration calories reçues/calories cibles			
J1	10,9 (8,7-18,8)	23,5 (17,2-27)	0,001
J2	17,4 (11,7-27,4)	61,7 (50,3-68,4)	0,001
J3	24,8 (14,8-42,1)	67,8 (61,9-89,3)	0,01
J4	35,3 (23,2-61,9)	77,4 (50-89,4)	0,05
J5	36,3 (13-68,2)	81,5 (55-94,3)	0,116
Ratio calories reçues/calories prescrites sur 7 jours (%)	88,1 (70,1-92,1)	62,8 (55,4-76,8)	0,142
Ratio calories reçues/calories cibles sur 7 jours (%)	31,8 (9,8-36,4)	60,9 (38,9-76,3)	0,052
Ratio calories prescrites/calories cibles sur 7 jours (%)	35,5 (12,7-44,3)	88,9 (66,1-96,9)	0,013
Délai d'initiation de la NE	2 (1-3,8)	0,5 (0-1)	0,023
Délai d'atteinte des objectifs caloriques	0	0 (0-1,25)	0,252
Atteinte des objectifs caloriques	1 (7,1%)	2(25%)	0,240

J=jour. Test du Khi2 appliqué aux données qualitatives exprimées en pourcentage et test de Mann-Whitney appliqué aux données quantitatives par leur médiane et interquartile. p significatif < 0,05.

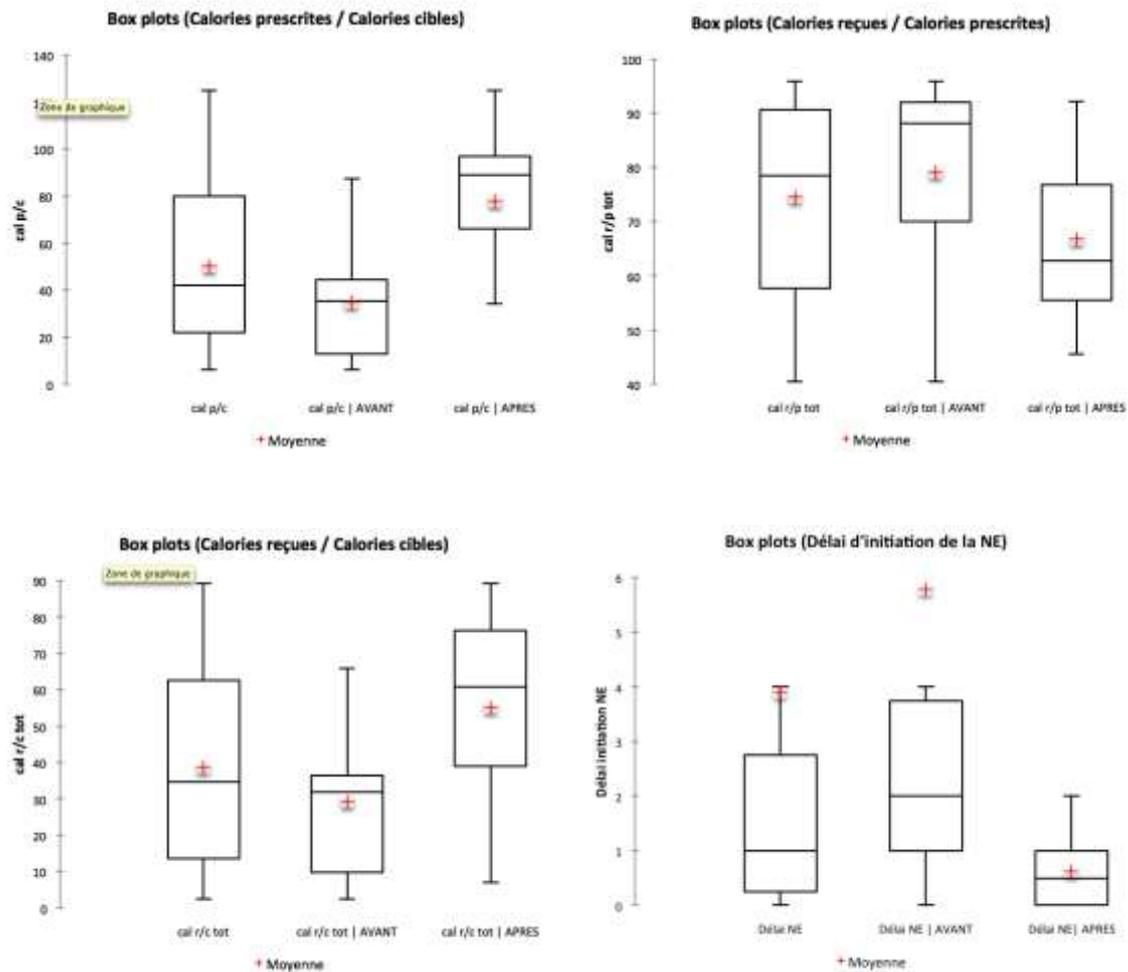


Figure 12 : Répartition des ratios calories reçues/calories prescrites et calories reçues/calories cibles et du délai d'initiation de la nutrition entérale en fonction de la population totale, du groupe pré-protocole et du groupe post-protocole.

La prescription calorique était significativement plus en adéquation avec les calories cibles dans le groupe post protocole. Le ratio calories reçues/calories cibles était supérieur dans le groupe ayant suivi la POS. Le ratio calories reçues/calories prescrites était plus important parmi les patients du groupe « pré-protocole ». Le délai d'initiation de la nutrition entérale était significativement plus court après la mise en place de la POS.

D. DISCUSSION

Dans ce travail prospectif et observationnel, d'une durée de 5 mois, portant sur l'étude de 22 patients âgés de moins de 18 ans, admis dans le service de réanimation pédiatrique de l'Hôpital d'Enfants de Nancy, placés sous ventilation mécanique et nutrition artificielle, il n'a pas été démontré de bénéfice à la mise en place d'une procédure de nutrition entérale précoce et agressive en termes d'atteinte des objectifs caloriques à J7, bien que le délai d'initiation de la nutrition entérale soit significativement plus court dans le groupe post-protocole, à savoir 0,5 jour (IIQ 0-1 jour) contre 2 jours (IIQ 1-3,8 jours) dans le groupe avant protocole ($p=0,023$).

La prescription calorique et les calories effectivement délivrées étaient supérieures après mise en place du protocole, respectivement durant les cinq et les trois premiers jours de nutrition entérale, sans majoration des signes d'intolérance digestive. Peu de patients atteignent leurs objectifs caloriques au terme des 7 jours de suivi (un seul patient avant protocole et deux patients après protocole) ($p=0,24$). Aucun facteur impactant la progression de l'alimentation entérale n'a été mis en évidence dans notre étude, notamment concernant les interruptions itératives. La perte pondérale entre l'admission et la sortie de réanimation semblait plus faible dans le groupe « post-protocole », mais non significative (-0,5% contre -0,9% ; $p=0,811$).

La dénutrition est une constatation fréquente dans les services de réanimation, notamment en pédiatrie. Elle est souvent accentuée par la maladie chez un patient ayant déjà un statut nutritionnel altéré. Le rapport poids attendu pour la taille, permet de prédire une dénutrition débutante lorsque le seuil de z-score est inférieur à -2 (24). Le taux de dénutrition à l'admission, dans notre population, était de l'ordre de 20%, ce qui concorde avec les valeurs retrouvées dans la littérature (entre 6,8% et 39%) (1-8,26). Le rapport périmètre brachial sur périmètre crânien, outil d'évaluation nutritionnel chez l'enfant de moins de 2 ans, est imprécis

en réanimation en raison des fréquentes erreurs de mesure (rétention hydrique, pansement de tête). Il n'a d'ailleurs pas été possible de l'utiliser au cours de ce travail.

Un support nutritionnel adéquat est donc requis pour la prise en charge du patient en réanimation. Le maintien d'un statut nutritionnel stable est basé sur le calcul des besoins caloriques appropriés en fonction de l'âge et du poids du patient. Avant la mise en place de la procédure standardisée de nutrition entérale, les calculs de besoins énergétiques en réanimation pédiatrique étaient basés sur une estimation non consensuelle en fonction du poids du patient faite par le médecin en charge du malade. Ces calculs étaient approximatifs et parfois inadaptés. La calorimétrie indirecte, méthode de référence pour l'évaluation précise de la dépense énergétique, était et est toujours peu utilisée dans notre service de réanimation, en partie du fait de son coût et de son caractère chronophage (13,14). Aucune des méthodes prédictives de calcul de la dépense énergétique journalière développées chez l'adulte ne sont validées chez l'enfant en état critique (1,13,18,19,30). La mise en place de la procédure de nutrition entérale a donc nécessité de développer, par le biais de courbes de régression linéaire dérivés des apports recommandés par l'OMS en 1975 (18), des formules basées sur l'âge et/ou le poids du patient (Annexe 2), destinées au calcul des besoins énergétiques journaliers. Bien que les apports nutritionnels conseillés chez l'enfant de 0 à 18 ans ne suivent pas tout à fait un tracé linéaire, l'approximation issue de notre formule a toutefois permis aux équipes médicale et paramédicale de calculer rapidement les besoins caloriques des patients en état critique, et probablement d'augmenter l'adhésion des médecins au protocole. Cette approximation semble assez fiable, puisqu'il n'y a pas de différence significative entre les apports calculés d'après notre formule (110 kcal/kg/j ; IIQ : 77,9 -110 kcal/kg/j) et les apports nutritionnels conseillés (111,1 kcal/kg/j ; IIQ : 96,3-127,2 kcal/kg/j) ($p=0,363$).

Dans notre travail, le délai médian d'initiation de l'alimentation entérale était réduit de manière significative de 2 jours à 0,5 jours après instauration du protocole. L'intérêt d'une alimentation entérale précoce, c'est à dire dans les 24h suivant l'admission du patient, reste toutefois controversé, notamment chez l'enfant, puisque le moment optimal pour débiter une alimentation entérale n'est pas défini. Artinian affirme que l'initiation précoce de la nutrition chez les adultes en état critique est associée à un taux de mortalité atténué, mais serait également associé à un risque accru de pneumopathie d'inhalation (78). Cette dernière affirmation est également retrouvée dans l'étude menée par Ibrahim (79). Toutefois, les autres études réalisées chez les adultes suggèrent que la précocité de la mise en route de l'alimentation (dans les 24-48 premières heures suivant l'admission ou l'obtention d'une stabilité hémodynamique) réduit le risque d'infection nosocomiale et la durée d'hospitalisation, et permet d'atteindre plus précocement les objectifs caloriques requis (11,17,57,68,80). La précocité de l'initiation de la nutrition entérale permet de maintenir une trophicité intestinale adéquate, assurant une perméabilité optimale et une réduction du risque de translocation bactérienne (41,42). Dans la population pédiatrique, Joffe a effectué une revue de la littérature ciblée sur les études contrôlées randomisées concernant l'impact de la nutrition entérale précoce sur le devenir clinique, en terme de morbi-mortalité, de durée d'hospitalisation en réanimation, de durée de ventilation mécanique et d'infections nosocomiales (81). Parmi 24 études sélectionnées, une seule correspondait aux critères d'évaluation de l'étude et ne mettait pas en évidence de bénéfice à débiter l'alimentation dans les 24 premières heures au lieu des 48 heures conventionnelles dans un groupe de patients brûlés, sur les paramètres précédemment cités (82). Dans notre étude, l'alimentation entérale dans le groupe post-protocole avait pu être initiée dans les 24 heures suivant l'admission, sans toutefois majorer les signes d'intolérance digestive. Savoir si l'administration d'une

alimentation entérale précoce est nuisible ou bénéfique dans la population pédiatrique en état critique nécessiterait un suivi au long cours avec un effectif beaucoup plus important.

La procédure de mise en place de la nutrition entérale proposait une augmentation du débit d'alimentation de 0,5ml/kg/h toutes les 4 heures en fonction de la tolérance digestive et des résidus gastriques tandis que le débit n'était augmenté qu'une voire deux fois par jour de 5 à 10 ml/h auparavant. Après l'introduction du protocole, les calories prescrites étaient ainsi significativement plus importantes du premier au 5^{ème} jour de nutrition entérale et les calories réellement administrées étaient significativement supérieures, après protocole, de J1 à J3. La prescription calorique par les médecins était, au terme des 7 jours de suivi, plus adaptée à la prescription théorique dans le groupe post protocole (88,9% de calories prescrites/calories cibles contre 35,5% dans le groupe pré-protocole) ($p=0,013$). L'adéquation entre les calories reçues et les calories prescrites était meilleure dans le groupe avant protocole avec un ratio de 88,1%, contre 62,8% en post-protocole ($p=0,142$). En revanche, le ratio calories reçues/calories cibles était à 31,8% contre 60,9% ($p=0,052$), respectivement avant et après mise en route du protocole. Ces résultats sont comparables à ceux retrouvés dans la littérature (entre 60% et 75,7%) (2,3,6,23,48). Mehta suggère que l'augmentation du ratio calories reçues sur calories requises est positivement corrélée à de multiples facteurs tels qu'un jeune âge, une ventilation mécanique de courte durée, une pathologie d'origine médicale, l'absence de nutrition parentérale et des interruptions peu fréquentes de la nutrition entérale (6). Nous n'avons pas analysé la comparaison entre ces critères dans notre étude. Il est possible d'expliquer les résultats précédemment cités par un certain degré de manque d'adhésion paramédicale au protocole. En effet, avant la mise en place de la procédure, la prescription de nutrition entérale était souvent respectée, puisque les augmentations de débit étaient faibles et peu fréquentes. Après l'application de la procédure, l'augmentation du débit de nutrition

entérale était délégué à l'équipe paramédicale en charge du malade, qui, en dépit de la prescription médicale protocolisée, décidait parfois de ne pas augmenter le débit tel que défini par la procédure, pour des raisons subjectives (présomption d'intolérance) ou cliniques hors protocole (un seul vomissement). Malgré cela, la mise en place d'une procédure de service a donc permis d'obtenir un gain en termes de prescription et d'administration caloriques dans les premiers jours de nutrition entérale. Ces résultats sont proches de ceux retrouvés dans l'étude menée par Tume, qui retrouvait un ratio calories reçues/calories cibles de 38% avant protocole et de 75% après protocole (59).

Les objectifs caloriques dans notre étude étaient atteints par un patient (7,1%) dans le groupe pré-protocole à J5 de suivi et deux patients (25%) dans le groupe post-protocole à J5 et J7 de suivi ($p=0,240$). Le délai de cinq jours objectif dans notre travail pour l'atteinte des objectifs énergétiques est identique à celui retrouvé dans l'étude de Briassoulis (64) mais beaucoup plus long que celui retrouvé dans l'étude de Petrillo-Albarano (18,5 heures) (74). De plus, dans l'étude de Briassoulis, 94,4% des patients ($n=67/71$) atteignent leurs objectifs à J5. Ces différences peuvent être expliquées, d'une part, par l'approximation de nos formules de calculs des apports nutritionnels conseillés et de nos prescriptions de débits alimentaires (la précision à la décimale près n'étant pas applicable sur nos pompes de nutrition entérale) et, d'autre part, par les violations de protocole par les médecins (retard d'initiation de la nutrition entérale) et/ou par les infirmières (oubli ou peur d'augmenter le débit d'alimentation malgré la prescription médicale).

Dans notre étude, nous n'avons pas mis en évidence de différence significative concernant l'incidence des signes d'intolérance digestive entre les deux groupes. Le nombre d'évènements digestifs par patient n'était pas différents entre les deux groupes ($p=0,579$).

Dans le groupe post protocole, 37,5% des patients présentaient des vomissements, 25% avaient un ballonnement abdominal et 25% présentaient des résidus gastriques supérieurs à deux fois le volume horaire, au moins une fois pendant les sept jours de suivi. En accord avec l'étude de Lopez-Herce, notre travail suggère que l'initiation précoce de la nutrition entérale et l'augmentation systématique et importante du volume administré ne sont pas corrélées à une majoration des complications digestives (63).

La nutrition parentérale n'était pas administrée dans notre groupe post-protocole, ni d'emblée à l'admission, ni secondairement, tandis qu'elle était initiée chez 42,6% des patients dans le groupe pré-protocole dès la première semaine d'hospitalisation. L'association d'une nutrition parentérale à l'alimentation entérale n'est justifiée qu'en cas de non obtention des apports caloriques requis au terme de 5 à 7 jours de nutrition entérale ou d'emblée en cas de dénutrition sévère (83–85). Les bénéfices en termes de réduction du risque infectieux et l'intérêt financier n'ont pas été analysés dans cette étude, bien qu'ils semblent évidents. Le coût de la nutrition parentérale en termes de matériel (cathéter veineux central, poches de nutrition parentérale industrielles), de personnel (anesthésiste, personnel de bloc opératoire, préparateurs en pharmacie en cas de prescription « à la carte », radiologues) est dix fois supérieur à celui de la nutrition entérale. La réduction massive de la prescription d'alimentation parentérale laisse suggérer que l'application de la procédure opérationnelle standardisée pourrait diminuer nettement le coût de la nutrition artificielle en réanimation pédiatrique.

Il existe de nombreuses barrières entravant la progression de la nutrition entérale en réanimation. Un retard d'initiation, une sous-prescription, une sous-délivrance, une intolérance digestive, des arrêts temporaires pour examens ou soins et une instabilité

hémodynamique sont les principaux facteurs qui entravent l'augmentation des apports nutritionnels (23,44). La plupart des barrières à la nutrition entérale (« sous » prescription, délai d'initiation et interruptions) sont évitables ou du moins réductibles, comme le montre notre travail et comme le soulignent les recommandations (77). Les enfants sous ventilation mécanique sont particulièrement touchés par ces interruptions ; en effet la probabilité d'interrompre une nutrition entérale chez ces patients est 20 fois supérieure à celle des patients non intubés (77). Le risque d'arrêt temporaire de l'alimentation est d'autant plus élevé que la durée d'hospitalisation en réanimation est longue, que le délai d'initiation de l'alimentation est retardé et que la durée de nutrition entérale se prolonge (77). Ces interruptions itératives multiplient le risque de recourir à une nutrition parentérale en complément de la voie entérale, devant l'impossibilité d'obtenir des apports énergétiques suffisants (77). Les complications non digestives telles que pneumopathies d'inhalation et les retraits accidentels de sonde entravent également la progression de l'alimentation (2,3,64). Une compensation du volume de nutriments perdus est souhaitable afin d'optimiser notre prescription calorique et permettre l'administration de toutes les calories requises au patient. Or, cette compensation est rarement appliquée en pratique courante, souvent par oubli ; ce qui explique notre ratio calories reçues/calories prescrites de 62,8% dans le groupe post protocole alors que le protocole prévoyait cette compensation.

En situation de choc, la perfusion et l'apport en oxygène du tube digestif est réduite au profit de celle des organes « nobles ». L'utilisation de catécholamines, qui résulte de cet état de choc, entraîne une vasoconstriction splanchnique diminuant la motilité intestinale (50,55,86) et favorisant la stase gastrique. Ces éléments justifient d'assurer une stabilité hémodynamique avant d'initier la nutrition entérale.

Dans notre étude, il n'a pas été démontré de différence significative entre le nombre et la durée des interruptions de l'alimentation entérale entre les deux groupes. Le nombre total

d'arrêts et la durée totale d'arrêt étaient, respectivement, de 5,5 (IIQ 2,2-7) et de 985 minutes (IIQ 345-2385 minutes) dans le groupe avant protocole et de 9 (IIQ 3,5-10,8) et de 640 minutes (IIQ 510-675 minutes) dans le groupe post protocole ($p=0,181$). Après la mise en place de la POS, les interruptions de l'alimentation entérale étaient plus fréquentes mais moins longues. Par ailleurs, les traitements administrés, et en particulier les catécholamines, n'impactaient pas de manière significative la progression de l'alimentation.

Dans notre travail, la perte pondérale des patients inclus dans le groupe post-protocole était plus faible que celle du groupe pré-protocole, bien que ce résultat ne soit pas significatif (-0,5% contre -0,9%) ($p=0,811$). Bien que le poids seul soit un reflet imprécis du statut nutritionnel du patient lors de son hospitalisation en réanimation, il reste l'un des seuls paramètres cliniques aisément évaluables en pratique courante. L'alimentation entérale seule n'explique pas cette différence puisque l'enfant en état critique est soumis à d'autres facteurs impactant la prise pondérale (rétention hydrique, hypercatabolisme en cas de fièvre, de brûlures, ou d'infections et de traitements par curares ou morphiniques (16)).

Notre travail présente de nombreuses limites, la principale étant la faible puissance de l'étude, liée au faible effectif et au temps d'inclusion relativement court. Ainsi, certains facteurs considérés comme non significatifs dans notre travail le seraient peut être dans une étude de plus grande envergure, notamment concernant l'incidence des complications digestives, la mortalité et la prescription calorique.

L'absence de randomisation et l'absence de simple aveugle sont d'autres facteurs limitant de l'étude puisqu'il s'agit d'une étude avant/après procédure de soins.

Sur le plan méthodologique, le calcul des besoins énergétiques selon une formule estimant les besoins caloriques recommandés par l'OMS peut être discutable. Il peut être responsable d'une surestimation de la prescription calorique, notamment chez les adolescents ou les enfants en surpoids. Le recours insuffisant à la calorimétrie indirecte et l'absence de coefficient multiplicateur du niveau d'activité physique du malade pédiatrique en réanimation rendent difficile l'évaluation précise des besoins énergétiques de l'enfant.

L'adéquation entre les calories reçues et prescrites était de 62,8% durant les sept jours de suivi, après mise en place du protocole, ce qui témoigne de l'administration d'une quantité de nutriments relativement adaptée à l'état critique du patient, bien qu'elle reste insuffisante. L'adhésion des équipes médicale et paramédicale au protocole semble avoir été bonne, bien qu'il existait un moindre respect de la prescription de la nutrition entérale selon la procédure. Cette violation de protocole, par les médecins ou par les infirmières, peut être expliquée au moins partiellement par l'absence de briefing ou de phase d'adaptation pour l'équipe paramédicale. Le ressenti global de l'équipe paramédicale était plutôt satisfaisant ; on note une variabilité interindividuelle parmi les infirmières, entre celles qui sont convaincues de l'intérêt d'une alimentation entérale adaptée et celles qui sont davantage dans le questionnement concernant la tolérance digestive.

Avant la mise en place de la procédure, des modifications discrètes des habitudes du service étaient déjà « avouées » par l'équipe de médecins réanimateurs concernant notamment le début de l'alimentation et la fréquence de l'augmentation des débits de nutriments. Ces modifications étaient probablement expliquées par un intérêt particulier des médecins pour la nutrition entérale dès que la création d'une POS avait été envisagée dans le service.

Enfin, le suivi initial s'étant limité à une période de sept jours suivant la mise en place de la nutrition entérale, nous ne pouvions mettre en évidence d'infections nosocomiales ou de pneumopathies acquises sous ventilation mécanique.

Ce travail, réalisé dans un service de réanimation pédiatrique polyvalente, concernait des malades graves, avec une ou plusieurs défaillances d'organe, sous ventilation mécanique et sans contre indication à la nutrition entérale. Les motifs d'hospitalisations étaient variés et représentaient des motifs habituels d'admission en réanimation. La faisabilité de notre procédure et les résultats obtenus suite à sa mise en place seraient donc transposables dans un autre service de réanimation pédiatrique. En revanche, la population étudiée était très ciblée et nos résultats ne sont donc pas transposables à tous les malades de réanimation (par exemple les bronchiolites sous CPAP, les patients non ventilés ou les patients ayant subi une intervention chirurgicale abdominale).

La stratégie de recherche de l'étude était choisie dans le but d'évaluer la faisabilité d'une procédure de nutrition entérale systématisée et de vérifier qu'il était possible d'obtenir une initiation précoce de l'alimentation, une meilleure prescription calorique et à une atteinte des objectifs énergétiques cibles, tout en réduisant notre prescription de nutrition parentérale et sans recrudescence des complications digestives. Ce travail nous permet de répondre à ces questions, mais ne nous permet pas de savoir si cette procédure de soin a un impact sur la morbi-mortalité, sur la durée de séjour ou sur l'effet bénéfique de la nutrition entérale sur le plan trophique. Nous avons des raisons de penser que l'une des conséquences indirectes de cette procédure est la réduction franche de la prescription de nutrition parentérale, entraînant une réduction du risque d'infections nosocomiales mais également une réduction du coût de la nutrition artificielle en réanimation pédiatrique (17,57).

E. CONCLUSION

L'alimentation de l'enfant agressé fait désormais partie des thérapeutiques prodiguées au patient. Elle permet de maintenir un statut nutritionnel adapté afin d'éviter d'accentuer une dénutrition parfois préexistante et afin de réduire les risques infectieux liés au jeûne prolongé. La mise en place d'une procédure de nutrition entérale précoce et « agressive » propre au service de réanimation pédiatrique a permis d'en modifier et d'en standardiser la prescription. La possibilité d'instaurer une alimentation entérale était évaluée dès les premières 24 heures d'hospitalisation en réanimation, puis son initiation était secondairement décidée en fonction de l'état hémodynamique du patient et de l'absence de contre-indications. L'initiation précoce et l'adhésion au protocole, avec une augmentation rapide des débits d'alimentation, ont ainsi permis de prescrire et d'administrer davantage de calories de manière significative durant les premiers jours de nutrition entérale, sans objectiver de recrudescence de signes d'intolérance digestive. La progression de l'alimentation entérale était impactée par de nombreuses interruptions évitables, qui freinent l'atteinte des objectifs caloriques établis. Parallèlement, les prescriptions de nutrition parentérale ont été nettement réduites, diminuant probablement le coût de l'alimentation artificielle en réanimation et les risques inhérents à ce type de nutrition. L'équipe paramédicale, davantage impliquée dans la gestion de la nutrition artificielle de l'enfant malade, semblait satisfaite de cette modification des pratiques d'alimentation entérale. Notre travail ne nous permet cependant pas de conclure quant à l'efficacité clinique de la procédure, que ce soit en termes de morbidité, de mortalité ou de durée de séjour. Des études de plus grande envergure, à commencer par la poursuite de ce travail, puis des projets multi centriques, permettraient de répondre à ces questions, qui restent la finalité de la modification de nos pratiques.

BIBLIOGRAPHIE

1. Briassoulis G, Venkataraman S, Thompson AE. Energy expenditure in critically ill children. *Crit. Care Med.* avr 2000;28(4):1166-1172.
2. De Oliveira Iglesias SB, Leite HP, Santana e Meneses JF, De Carvalho WB. Enteral nutrition in critically ill children: are prescription and delivery according to their energy requirements? *Nutr Clin Pract.* avr 2007;22(2):233-239.
3. De Neef M, Geukers VGM, Dral A, Lindeboom R, Sauerwein HP, Bos AP. Nutritional goals, prescription and delivery in a pediatric intensive care unit. *Clin Nutr.* févr 2008;27(1):65-71.
4. Hulst J, Joosten K, Zimmermann L, Hop W, Van Buuren S, Büller H, et al. Malnutrition in critically ill children: from admission to 6 months after discharge. *Clin Nutr.* avr 2004;23(2):223-232.
5. Leite HP, Isatugo MK, Sawaki L, Fisberg M. Anthropometric nutritional assessment of critically ill hospitalized children. *Rev Paul Med.* févr 1993;111(1):309-313.
6. Mehta NM, Bechard LJ, Cahill N, Wang M, Day A, Duggan CP, et al. Nutritional practices and their relationship to clinical outcomes in critically ill children--an international multicenter cohort study*. *Crit. Care Med.* juill 2012;40(7):2204-2211.
7. Prieto MB, Cid JL-H. Malnutrition in the critically ill child: the importance of enteral nutrition. *Int J Environ Res Public Health.* nov 2011;8(11):4353-4366.
8. Skillman HE, Mehta NM. Nutrition therapy in the critically ill child. *Curr Opin Crit Care.* avr 2012;18(2):192-198.
9. Campos Miño S, Sasbón JS. [The Latin-American survey on nutrition in Pediatric Intensive Care (ELAN-CIP)]. *An Pediatr (Barc).* juill 2009;71(1):5-12.
10. Mehta NM, Compher C. A.S.P.E.N. Clinical Guidelines: nutrition support of the critically ill child. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* juin 2009;33(3):260-276.

11. Heyland DK, Dhaliwal R, Day A, Jain M, Drover J. Validation of the Canadian clinical practice guidelines for nutrition support in mechanically ventilated, critically ill adult patients: results of a prospective observational study. *Crit. Care Med.* nov 2004;32(11):2260-2266.
12. Buyckx M, Dupont JL, Durnin JV, Ferro-Luzzi A, Roberts SB, Schürch B, et al. Report of the working group on general principles of assessing energy requirements. *Eur J Clin Nutr.* févr 1996;50 Suppl 1:S186-187.
13. Faisy C, Guerot E, Diehl J-L, Labrousse J, Fagon J-Y. Assessment of resting energy expenditure in mechanically ventilated patients. *Am. J. Clin. Nutr.* août 2003;78(2):241-249.
14. Jéquier E, Felber JP. Indirect calorimetry. *Baillieres Clin. Endocrinol. Metab.* nov 1987;1(4):911-935.
15. Elia M, Livesey G. Theory and validity of indirect calorimetry during net lipid synthesis. *Am. J. Clin. Nutr.* avr 1988;47(4):591-607.
16. Skillman HE, Wischmeyer PE. Nutrition therapy in critically ill infants and children. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* oct 2008;32(5):520-534.
17. Kreyman KG, Berger MM, Deutz NEP, Hiesmayr M, Jolliet P, Kazandjiev G, et al. ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Intensive care. *Clin Nutr.* avr 2006;25(2):210-223.
18. Energy and protein requirements. Recommendations by a joint FAO/WHO informal gathering of experts. *Food Nutr (Roma).* 1975;1(2):11-19.
19. Framson CMH, LeLeiko NS, Dallal GE, Roubenoff R, Snelling LK, Dwyer JT. Energy expenditure in critically ill children. *Pediatr Crit Care Med.* mai 2007;8(3):264-267.
20. Seashore JH. Nutritional support of children in the intensive care unit. *Yale J Biol Med.* avr 1984;57(2):111-134.

21. Sempé M. [Study of growth from birth to 18 months]. Arch. Fr. Pédiatr. sept 1977;34(7):687-688.
22. Robillard PY, Mashako L, Cezard JP, Navarro J. [Value of the measurement of arm circumference/head circumference in the evaluation of the nutritional status of infants and young children]. Arch. Fr. Pédiatr. janv 1988;45(1):5-10.
23. Kyle UG, Jaimon N, Coss-Bu JA. Nutrition support in critically ill children: underdelivery of energy and protein compared with current recommendations. J Acad Nutr Diet. déc 2012;112(12):1987-1992.
24. Waterlow JC, Buzina R, Keller W, Lane JM, Nichaman MZ, Tanner JM. The presentation and use of height and weight data for comparing the nutritional status of groups of children under the age of 10 years. Bull. World Health Organ. 1977;55(4):489-498.
25. Zamberlan P, Delgado AF, Leone C, Feferbaum R, Okay TS. Nutrition therapy in a pediatric intensive care unit: indications, monitoring, and complications. JPEN J Parenter Enteral Nutr. juill 2011;35(4):523-529.
26. Briassoulis G, Zavras N, Hatzis T. Malnutrition, nutritional indices, and early enteral feeding in critically ill children. Nutrition. août 2001;17(7-8):548-557.
27. Bechard LJ, Parrott JS, Mehta NM. Systematic review of the influence of energy and protein intake on protein balance in critically ill children. J. Pediatr. août 2012;161(2):333-339.e1.
28. Cuthbertson DP, Angeles Valero Zanuy MA, León Sanz ML. Post-shock metabolic response. 1942. Nutr Hosp. oct 2001;16(5):176-182; discussion 175-176.
29. Van der Kuip M, Oosterveld MJS, Van Bokhorst-de van der Schueren MAE, De Meer K, Lafeber HN, Gemke RBBJ. Nutritional support in 111 pediatric intensive care units: a European survey. Intensive Care Med. sept 2004;30(9):1807-1813.

30. White MS, Shepherd RW, McEniery JA. Energy expenditure in 100 ventilated, critically ill children: improving the accuracy of predictive equations. *Crit. Care Med.* juill 2000;28(7):2307-2312.
31. Hadfield RJ, Sinclair DG, Houldsworth PE, Evans TW. Effects of enteral and parenteral nutrition on gut mucosal permeability in the critically ill. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* nov 1995;152(5 Pt 1):1545-1548.
32. Plank LD, Connolly AB, Hill GL. Sequential changes in the metabolic response in severely septic patients during the first 23 days after the onset of peritonitis. *Ann. Surg.* août 1998;228(2):146-158.
33. Musch MW, Walsh-Reitz MM, Chang EB. Roles of ZO-1, occludin, and actin in oxidant-induced barrier disruption. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.* févr 2006;290(2):G222-231.
34. Han X, Fink MP, Yang R, Delude RL. Increased iNOS activity is essential for intestinal epithelial tight junction dysfunction in endotoxemic mice. *Shock.* mars 2004;21(3):261-270.
35. Bruewer M, Luegering A, Kucharzik T, Parkos CA, Madara JL, Hopkins AM, et al. Proinflammatory cytokines disrupt epithelial barrier function by apoptosis-independent mechanisms. *J. Immunol.* 1 déc 2003;171(11):6164-6172.
36. Alexander JW. Nutrition and translocation. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* oct 1990;14(5 Suppl):170S-174S.
37. Fink MP. Intestinal epithelial hyperpermeability: update on the pathogenesis of gut mucosal barrier dysfunction in critical illness. *Curr Opin Crit Care.* avr 2003;9(2):143-151.
38. Cavaillon JM. Cytokines and macrophages. *Biomed. Pharmacother.* 1994;48(10):445-453.

39. Magnotti LJ, Deitch EA. Burns, bacterial translocation, gut barrier function, and failure. *J Burn Care Rehabil.* oct 2005;26(5):383-391.
40. Chen LW, Hsu CM, Huang JK, Chen JS, Chen SC. Effects of bombesin on gut mucosal immunity in rats after thermal injury. *J. Formos. Med. Assoc.* juin 2000;99(6):491-498.
41. Gianotti L, Alexander JW, Nelson JL, Fukushima R, Pyles T, Chalk CL. Role of early enteral feeding and acute starvation on postburn bacterial translocation and host defense: prospective, randomized trials. *Crit. Care Med.* févr 1994;22(2):265-272.
42. Minard G, Kudsk KA. Is early feeding beneficial? How early is early? *New Horiz.* mai 1994;2(2):156-163.
43. Houdijk AP, Rijnsburger ER, Jansen J, Wesdorp RI, Weiss JK, McCamish MA, et al. Randomised trial of glutamine-enriched enteral nutrition on infectious morbidity in patients with multiple trauma. *Lancet.* 5 sept 1998;352(9130):772-776.
44. Adam S, Batson S. A study of problems associated with the delivery of enteral feed in critically ill patients in five ICUs in the UK. *Intensive Care Med.* mars 1997;23(3):261-266.
45. McClave SA, Sexton LK, Spain DA, Adams JL, Owens NA, Sullins MB, et al. Enteral tube feeding in the intensive care unit: factors impeding adequate delivery. *Crit. Care Med.* juill 1999;27(7):1252-1256.
46. Krishnan JA, Parce PB, Martinez A, Diette GB, Brower RG. Caloric intake in medical ICU patients: consistency of care with guidelines and relationship to clinical outcomes. *Chest.* juill 2003;124(1):297-305.
47. O'Leary-Kelley CM, Puntillo KA, Barr J, Stotts N, Douglas MK. Nutritional adequacy in patients receiving mechanical ventilation who are fed enterally. *Am. J. Crit. Care.* mai 2005;14(3):222-231.

48. Taylor RM, Preedy VR, Baker AJ, Grimble G. Nutritional support in critically ill children. *Clin Nutr.* août 2003;22(4):365-369.
49. Rogers EJ, Gilbertson HR, Heine RG, Henning R. Barriers to adequate nutrition in critically ill children. *Nutrition.* oct 2003;19(10):865-868.
50. Souza de Menezes F, Leite HP, Koch Nogueira PC. What are the factors that influence the attainment of satisfactory energy intake in pediatric intensive care unit patients receiving enteral or parenteral nutrition? *Nutrition.* 13 août 2012;
51. Vassilyadi F, Panteliadou A-K, Panteliadis C. Hallmarks in the history of enteral and parenteral nutrition: from antiquity to the 20th century. *Nutr Clin Pract.* avr 2013;28(2):209-217.
52. Stephens RV, Randall HT. Use of concentrated, balanced, liquid elemental diet for nutritional management of catabolic states. *Ann. Surg.* oct 1969;170(4):642-668.
53. Jolliet P, Pichard C, Biolo G, Chioléro R, Grimble G, Leverve X, et al. Enteral nutrition in intensive care patients: a practical approach. Working Group on Nutrition and Metabolism, ESICM. European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med.* août 1998;24(8):848-859.
54. Sánchez Álvarez C, Zabarte Martínez de Aguirre M, Bordejé Laguna L. [Guidelines for specialized nutritional and metabolic support in the critically-ill patient. Update. Consensus of the Spanish Society of Intensive Care Medicine and Coronary Units-Spanish Society of Parenteral and Enteral Nutrition (SEMICYUC-SENPE): gastrointestinal surgery]. *Med Intensiva.* nov 2011;35 Suppl 1:42-47.
55. Heyland D, Cook DJ, Winder B, Brylowski L, Van de Mark H, Guyatt G. Enteral nutrition in the critically ill patient: a prospective survey. *Crit. Care Med.* juin 1995;23(6):1055-1060.

56. Pérez-Navero JL, Dorao Martínez-Romillo P, López-Herce Cid J, Ibarra de la Rosa I, Pujol Jover M, Hermana Tezanos MT. [Artificial nutrition in pediatric intensive care units]. *An Pediatr (Barc)*. févr 2005;62(2):105-112.
57. Kattelman KK, Hise M, Russell M, Charney P, Stokes M, Compher C. Preliminary evidence for a medical nutrition therapy protocol: enteral feedings for critically ill patients. *J Am Diet Assoc*. août 2006;106(8):1226-1241.
58. Marik PE, Vasu T, Hirani A, Pachinburavan M. Stress ulcer prophylaxis in the new millennium: a systematic review and meta-analysis. *Crit. Care Med*. nov 2010;38(11):2222-2228.
59. Tume L, Latten L, Darbyshire A. An evaluation of enteral feeding practices in critically ill children. *Nurs Crit Care*. déc 2010;15(6):291-299.
60. Hart GK, Dobb GJ. Effect of a fecal bulking agent on diarrhea during enteral feeding in the critically ill. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. oct 1988;12(5):465-468.
61. Montejo González JC, Estébanez Montiel B. [Gastrointestinal complications in critically ill patients]. *Nutr Hosp*. mai 2007;22 Suppl 2:56-62.
62. Mentec H, Dupont H, Bocchetti M, Cani P, Ponche F, Bleichner G. Upper digestive intolerance during enteral nutrition in critically ill patients: frequency, risk factors, and complications. *Crit. Care Med*. oct 2001;29(10):1955-1961.
63. López-Herce J. Gastrointestinal complications in critically ill patients: what differs between adults and children? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. mars 2009;12(2):180-185.
64. Briassoulis GC, Zavras NJ, Hatzis MD TD. Effectiveness and safety of a protocol for promotion of early intragastric feeding in critically ill children. *Pediatr Crit Care Med*. avr 2001;2(2):113-121.

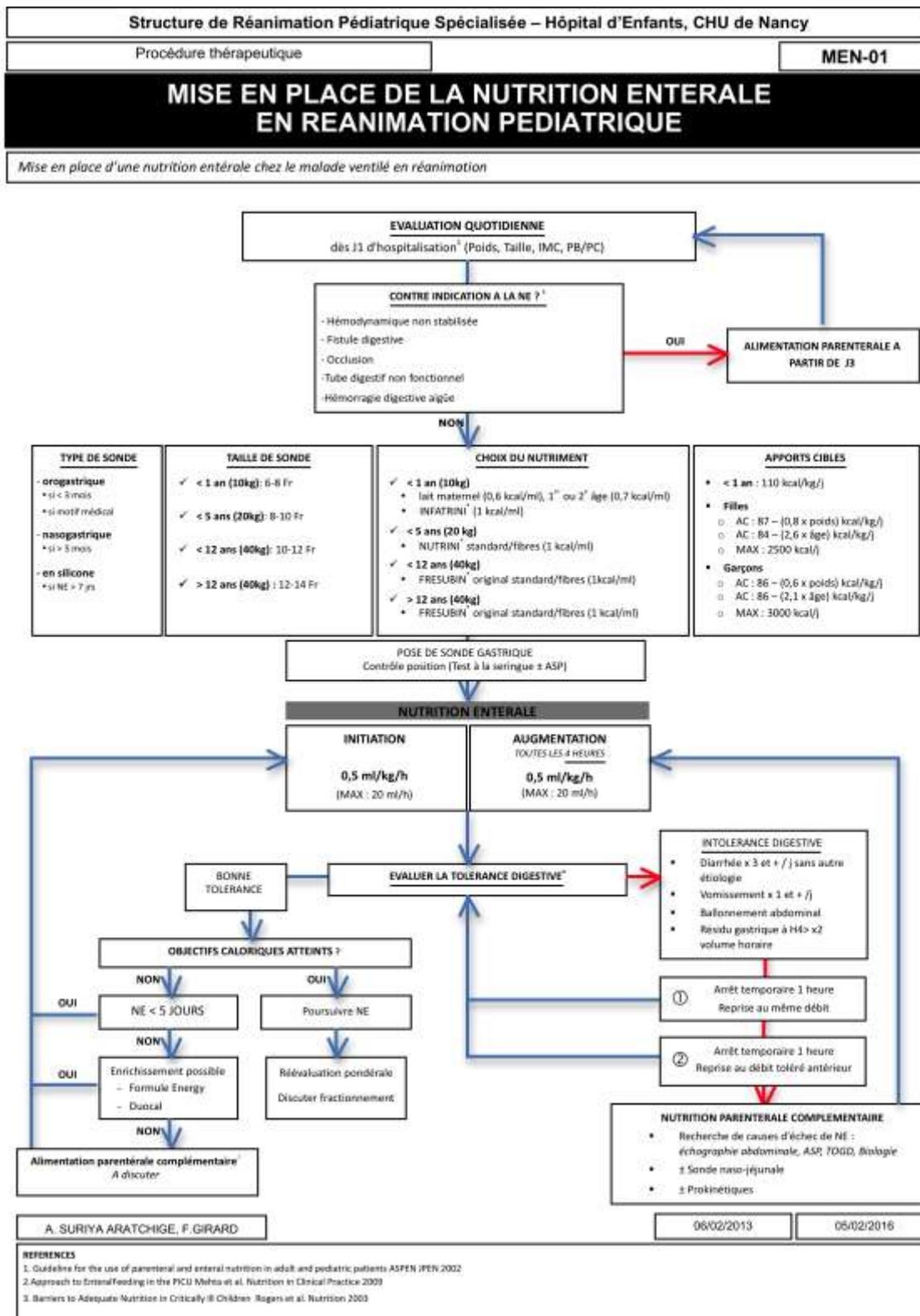
65. Sánchez C, López-Herce J, Mencía S, Urbano J, Carrillo A, María Bellón J. Clinical severity scores do not predict tolerance to enteral nutrition in critically ill children. *Br. J. Nutr.* juill 2009;102(2):191-194.
66. Guidelines for the use of parenteral and enteral nutrition in adult and pediatric patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* févr 2002;26(1 Suppl):1SA-138SA.
67. Meert KL, Daphtary KM, Metheny NA. Gastric vs small-bowel feeding in critically ill children receiving mechanical ventilation: a randomized controlled trial. *Chest.* sept 2004;126(3):872-878.
68. Marik PE, Zaloga GP. Early enteral nutrition in acutely ill patients: a systematic review. *Crit. Care Med.* déc 2001;29(12):2264-2270.
69. Heyland DK, Novak F, Drover JW, Jain M, Su X, Suchner U. Should immunonutrition become routine in critically ill patients? A systematic review of the evidence. *JAMA.* 22 août 2001;286(8):944-953.
70. Pedrón Giner C, Martínez-Costa C, Navas-López VM, Gómez-López L, Redecillas-Ferrero S, Moreno-Villares JM, et al. Consensus on paediatric enteral nutrition access: a document approved by SENPE/SEGHNP/ANECIPN/SECP. *Nutr Hosp.* févr 2011;26(1):1-15.
71. Atkins D, Best D, Briss PA, Eccles M, Falck-Ytter Y, Flottorp S, et al. Grading quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ.* 19 juin 2004;328(7454):1490.
72. Horn D, Chaboyer W. Gastric feeding in critically ill children: a randomized controlled trial. *Am. J. Crit. Care.* sept 2003;12(5):461-468.
73. MacLeod JBA, Lefton J, Houghton D, Roland C, Doherty J, Cohn SM, et al. Prospective randomized control trial of intermittent versus continuous gastric feeds for critically ill trauma patients. *J Trauma.* juill 2007;63(1):57-61.

74. Petrillo-Albarano T, Pettignano R, Asfaw M, Easley K. Use of a feeding protocol to improve nutritional support through early, aggressive, enteral nutrition in the pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med.* juill 2006;7(4):340-344.
75. Skillman HE. How you can improve the delivery of enteral nutrition in your PICU. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* févr 2010;34(1):99-100.
76. Dhaliwal R, Jurewitsch B, Harrietha D, Heyland DK. Combination enteral and parenteral nutrition in critically ill patients: harmful or beneficial? A systematic review of the evidence. *Intensive Care Med.* août 2004;30(8):1666-1671.
77. Mehta NM, McAleer D, Hamilton S, Naples E, Leavitt K, Mitchell P, et al. Challenges to optimal enteral nutrition in a multidisciplinary pediatric intensive care unit. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* févr 2010;34(1):38-45.
78. Artinian V, Krayem H, DiGiovine B. Effects of early enteral feeding on the outcome of critically ill mechanically ventilated medical patients. *Chest.* avr 2006;129(4):960-967.
79. Ibrahim EH, Mehringer L, Prentice D, Sherman G, Schaiff R, Fraser V, et al. Early versus late enteral feeding of mechanically ventilated patients: results of a clinical trial. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* juin 2002;26(3):174-181.
80. Zaloga GP. Early enteral nutritional support improves outcome: hypothesis or fact? *Crit. Care Med.* févr 1999;27(2):259-261.
81. Joffe A, Anton N, Lequier L, Vandermeer B, Tjosvold L, Larsen B, et al. Nutritional support for critically ill children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009;(2):CD005144.
82. Gottschlich MM, Jenkins ME, Mayes T, Khoury J, Kagan RJ, Warden GD. The 2002 Clinical Research Award. An evaluation of the safety of early vs delayed enteral support and effects on clinical, nutritional, and endocrine outcomes after severe burns. *J Burn Care Rehabil.* déc 2002;23(6):401-415.

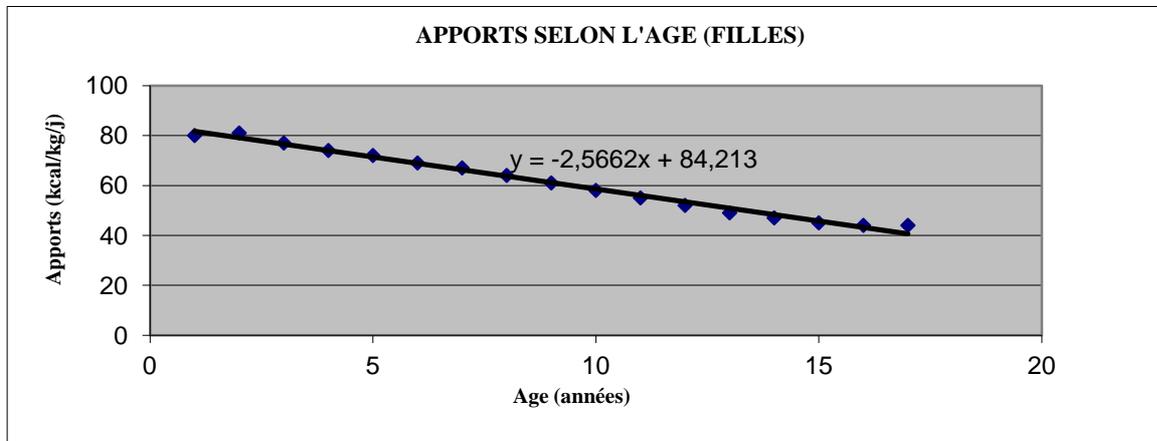
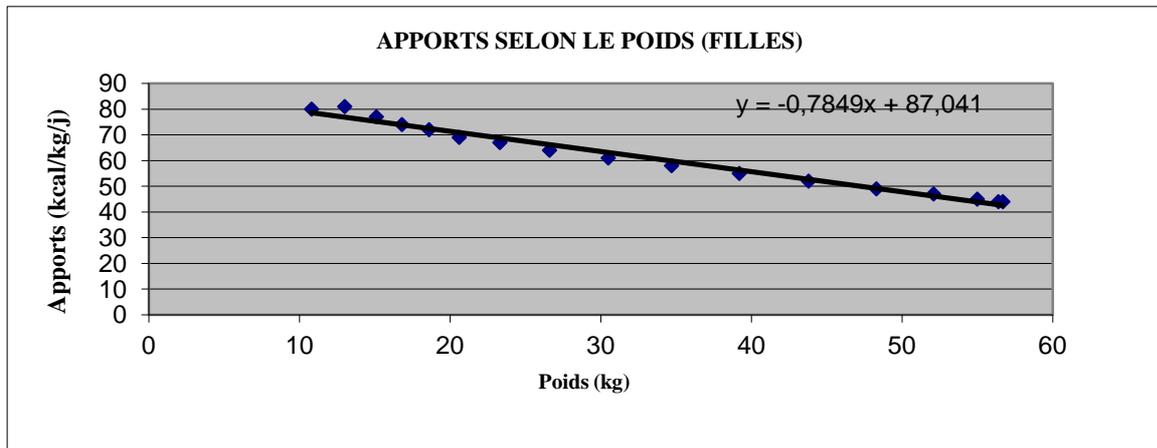
83. Simpson F, Doig GS. Parenteral vs. enteral nutrition in the critically ill patient: a meta-analysis of trials using the intention to treat principle. *Intensive Care Med.* janv 2005;31(1):12-23.
84. Vincent J-L, Preiser J-C. When should we add parenteral to enteral nutrition? *Lancet.* 2 févr 2013;381(9864):354-355.
85. Mehta NM. Approach to enteral feeding in the PICU. *Nutr Clin Pract.* juill 2009;24(3):377-387.
86. King W, Petrillo T, Pettignano R. Enteral nutrition and cardiovascular medications in the pediatric intensive care unit. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* oct 2004;28(5):334-338.

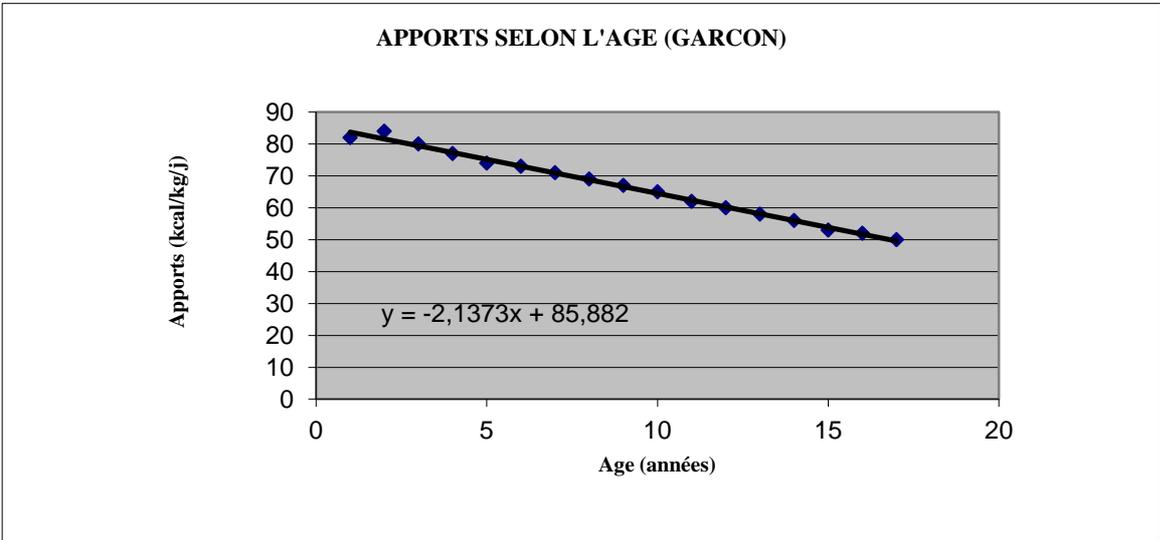
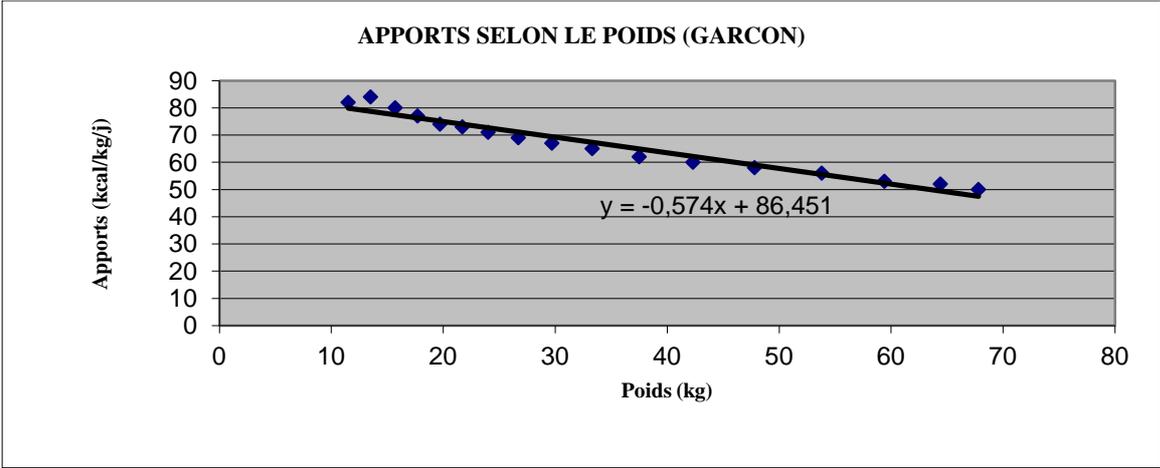
ANNEXES

ANNEXE 1. Procédure opérationnelle standardisée de nutrition entérale mise en place dans le service de réanimation pédiatrique de l'Hôpital d'Enfants.



ANNEXE 2. Courbes de régression pour l'évaluation des apports énergétiques en fonction du sexe, de l'âge et du poids (d'après *Human Energy requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert consultation, 17-24 October 2001, Rome, Italy*)





VU

NANCY, le 21 mars 2013

Le Président de Thèse

NANCY, le 25 mars 2013

Le Doyen de la Faculté de Médecine

Professeur F. FEILLET

Professeur H. COUDANE

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE N°6104

NANCY, le

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE

Professeur P. MUTZENHARDT

RÉSUMÉ

En réanimation, l'enfant en état critique est soumis à une agression nutritionnelle. Une alimentation artificielle est habituellement requise pour assurer les besoins énergétiques.

Nous avons évalué l'intérêt d'une procédure de nutrition entérale précoce chez les enfants sous ventilation mécanique au moyen d'une étude prospective et observationnelle menée dans le service de réanimation pédiatrique de l'Hôpital d'Enfants de Nancy. Le délai d'initiation de l'alimentation, l'atteinte des objectifs énergétiques théoriques, l'incidence des complications digestives, les facteurs impactant la progression de la nutrition et la variation pondérale étaient analysés.

22 patients étaient inclus en deux groupes (n=14 avant protocole et n=8 après protocole). Les calories prescrites et administrées étaient recueillies pluri quotidiennement, ainsi que le nombre et la durée des interruptions et les complications digestives.

Les deux groupes étaient homogènes concernant les paramètres clinico-biologiques et les scores de gravité. L'initiation de la nutrition entérale était significativement plus précoce (p=0,023) et les apports énergétiques prescrits (p=0,013) et administrés (p=0,001) significativement plus importants dans le groupe post protocole. L'atteinte des objectifs caloriques était insuffisante dans les deux groupes. Il n'y avait pas de différence significative entre les deux populations concernant l'incidence des complications digestives.

L'instauration d'un protocole de service a permis de standardiser les pratiques au sein du service de réanimation et d'optimiser la prescription et l'administration de nutriments. La nutrition entérale est initiée précocement et augmentée de manière systématisée, sans majorer l'incidence des complications digestives, et en réduisant drastiquement le recours à la nutrition parentérale.

TITRE EN ANGLAIS : Evaluation of an early enteral feeding protocol in a pediatric intensive care unit.

THÈSE : MÉDECINE SPÉCIALISÉE – PÉDIATRIE–ANNÉE 2013.

MOTS CLEFS : calories, nutrition entérale, dénutrition, réanimation, protocole, tolérance digestive.

UNIVERSITÉ DE LORRAINE
Faculté de Médecine de Nancy
9, avenue de la Forêt de Haye
54505 VANDOEUVRE LES NANCY Cedex
