INTRODUCTION

With the development of neonatal intensive care units (NICUs) in the late 1960s and early 1970s, a significant role in the care of very sick infants was developed **(Fagin, 1992).**

There are important principles and specific methods of fluid, electrolyte, and nutrition (FEN) management in newborns especially those with complex fluid and electrolyte requirements including premature, very low birth weight (VLBW) and, extremely low birth weight (ELBW) neonates, as well as patients who have undergone abdominal surgery and who have sepsis **(Bin-Nun et al., 2005).**

Fluid, electrolyte and nutrition (FEN) management is important because most infants in NICU require intravenous (IV) fluids and have shifts of fluids between intracellular, extracellular and vascular compartments. Therefore careful attention to fluid and electrolyte balance is essential. If inappropriate fluids are administered, serious morbidity can result from fluid and electrolyte imbalance. Inadequate attention to nutrition in the reonatal period leads to growth failure, osteopenia of prematurity and other complications **(Agren, 2003).**

There are numerous perceived risks to initiation of adequate nutritional support. Current nutritional support does not prevent extrauterine growth restriction and there is evidence that changes in nutritional support may have a positive influence on growth. These include early administration of intra venous aminoacids and lipids, minimal enteral nutrition as well as supplementary formula and human milk **(Clark et al., 2003).**

The need to avoid prolonged starvation in patients is well recognized. It has been realized that without intralumina[1] fuels, intestinal integrity may deteriorate and allow

translocation of gut bacteria **(American Gastroen-terological Association, 1994).**

Evidence-based practice guidelines are essential in managing critically ill infants. This might allow establishing a practical feeding guideline avoiding complications and making best use of available resources **(Smith, 2005).**

Aim Of The Work

The aim of this work is to study the different methods of enteral and parcntcral nutrition in the NICU emphasizing indications, contraindications, best technique, adverse effects and recent advances guided by evidence based studies.

ENTERAL AND PARENTERAL FEEDING IN THE NICU

ESSAY

Submitted for partial fulfillment of the master degree in Pediatrics

Presented by

Nady Saad Osman Ahmed

M.B., B.CH.,

Under the Supervision of

Prof. Dr. Ismail Sadek Ismail
Professor of Pediatrics
Faculty of Medicine, Ain Shams University

Dr. Maha Hasan Mohamed
Lecturer of Pediatrics
Faculty of Medicine, Ain Shams University

Dr. Ghada Ibrahim Gad
Lecturer of Pediatrics
Faculty of Medicine, Ain Shams University

Faculty of Medicine
Ain Shams University
2009

التغذية الجوفية والوريدية في وحدات الرعاية المركزة للأطفال حديثي الولادة

مقال
مقدمة توطئة للحصول على درجة الماجستير في **طب الأطفال**

مقدمة من
الطبيب / نــادي سعد عثمان أحمــد
بكالوريوس الطب والجراحة

تحت إشراف

الأستاذ الدكتور / إسماعيل صادق إسماعيل

أستاذ طب الأطفال
كلية الطب- جامعة عين شمس

الدكتورة / مها حســـن محمد

مدرس طب الأطفال
كلية الطب- جامعة عين شمس

الدكتورة / غــادة إبراهيم جـاد

مدرس طب الأطفال
كلية الطب- جامعة عين شمس

كلية الطب- جامعة عين شمس
2009

Methods

The study will include variable methods and components of enteral and parenteral nutrition in NICU discussing :

- Indications.
- Contraindications.
- Technique.
- Complications.

The research will concentrate on evidence based evaluation of the important issues in clinical practice.

References

Agren J, Zelenin S, Hakansson M, Aperia A, Nejsum IN, Niesen S, Sedin G (2003): Transepidermal water loss in developing rats: role of aquaporins in the immature skin. Pediatr; 53(4): 558-65.

American Gastroenterological Association Medical Position Statement (1994): Guidelines for the Use of Enteral Nutrition, November 11.

Bin-Nun A, Bromiker R, Wilschanski A, Kapalan M, Rudeusky B, Hammerman C (2005): Oral probiotics prevent necrotizing enterocolitis in very low birth weight neonates. J Pediatr; 147(2): 192-6.

Clark RH, Wagner CL, Merritt RJ, Bloom BT, Neu J, Young TE, Clark DA (2003): Nutrition in the neonatal intensive care unit: how do we reduce the incidence of extrauterine growth restriction. Perinatol; 23(4): 337-44.

Fagin CM (1992): Collaboration between nurses and physicians: no longer a choice. Acad Med 67: 295.

Smith JR (2005): Neonatal Network, July/August, Vol. 24, No. 4 (extracted from e-medicine Feb. 2007).

مقدمة

مع تطور وحدات الرعاية المركزة للأطفال حديثي الولادة في أواخر الستينات وأوائل السبعينات تطور معها الدور المهم لهذه الوحدات في رعاية هؤلاء الأطفال.

فهناك العديد من الوسائل والطرق الخاصة لمعالجة احتياجات الأطفال المبتسرين المعقدة من السوائل والمعادن الحيوية والغذاء، وبخاصة ذو الحالات الحرجة منهم، مثل نقص الوزن بدرجاته المتفاوتة الشدة وأولئك الذين يحتاجون لإجراء جراحات عاجلة بالجهاز الهضمي أو يعانون من تسمم بالدم.

يعد التعامل مع احتياجات الأطفال حديثي الولادة في وحدات الرعاية المركزة من سوائل ومعادن حيوية وغذاء أمراً ضرورياً لأن معظم الأطفال في المحضن يحتاجون إلى سوائل عن طريق الوريد نظراً للتحولات في حركة السوائل فيما بين داخل الخلايا وخارجها والأوعية الدموية، وعليه فإن الاهتمام بتوازن السوائل والمعادن في الجسم يعتبر أمراً حيوياً. فلو أن كمية السوائل المعطاة للطفل غير مناسبة يترتب عليها حدوث اضطرابات نتيجة للخلل في توازن السوائل والمعادن بالجسم، كما أن التغذية الغير مناسبة تؤدي إلى فشل بالنمو وحدوث هشاشة العظام الخاصة بالأطفال ناقصي النمو بالإضافة إلى تعقيدات أخرى.

هناك العديد من المخاطر الملاحظة عند بدء التغذية، فالتغذية الحالية المتداولة لا تمنع حدوث القصور في النمو خارج الرحم، وهناك أدلة على أن تغيرات في الإمداد الغذائي من الممكن أن تحدث تأثيراً إيجابياً على النمو، وهذا يتضمن الإمداد المبكر بالأحماض الأمينية والدهون عن طريق الوريد والحد الأدنى من التغذية المعوية والمستحضرات الغذائية المكملة بالإضافة إلى حليب الأم.

ولقد أصبحت الحاجة إلى تجنب الحرمان من التغذية بالفم لفترات طويلة معروفة تماماً، بل وحديثاً تم إدراك أن عدم وجود غذاء في التجويف المعوي قد يضر بسلامة الأمعاء، مما يؤدي إلى عبور البكتريا المعوية خلالها.

لذلك فإن علينا الرجوع للإرشادات القائمة على التجربة والممارسة في تعاملنا مع تغذية الأطفال ذوي الحالات الحرجة مما يتيح لنا وضع ميثاق عملي لتجنب المضاعفات والاستفادة المثلى من الإمكانيات المتاحة.

هدف الدراسة

يهدف هذا العمل إلى دراسة الوسائل المختلفة للتغذية الجوفية والوريدية في وحدات الرعاية المركزة للأطفال حديثي الولادة مع التركيز على الدواعي والموانع وأفضل الطرق والآثار الجانبية والتطورات الحديثة استناداً إلى الدراسات المبنية على الدلائل.

طرق الدراسة

هذه الدراسة سوف تشمل وسائل وعناصر التغذية الجوفية والوريدية في وحدات الرعاية المركزة للأطفال حديثي الولادة وستناقش التالي بالنسبة لكل طريقة:

- دواعي الاستخدام.
- موانع الاستخدام.
- التقنيات المختلفة.
- مضاعفات كل نوع.

List of Contents

	Page
- List of abbreviations. ……	--
- List of tables. ……	--
- List of figures. ……	--
Introduction ……	i
Aim of the work ……	ii
Review of literaure	
Fluid and electrolyte management ……..	1
- Introduction ……	1
I. Principles of water and electrolyte metabolism: …….	2
II. Assessment of fluid and electrolyte status …….	8
III. Management of fluids and electrolytes: ……	13
Parenteral Nutrition: ……	22
- Introduction ……	22
- Indications for Initiation of PN ……	24
- Line Access for TPN Delivery ……	25
- Components of TPN Solutions ……..	28
- Energy requirements ……	31
- **Macronutrients**: ……	34
-Carbohydrate ……	34
- Protein ……	39
- Fat ……	47
- **Micronutrients** ……..……	34
- Major Minerals ……..	34
- Trace minerals ……	39
- Vitamins ……	64
Initiation and Advancement of Macronutrients in TPN Solutions ……	66

List of Contents (Cont.)

Page

- Complications of total parenteral nutrition ……. 71
- Clinical monitoring of nutrient adequacy, compatibility, and tolerance of TPN Solutions …….. 78
- Fluid Restriction …….. 81
- Transition to Enteral Feedings …… 82

Enteral Nutrition ……. 85
A-Early enteral feeding …….. 86
- Minimal enteral nutrition …… 93
- Nutritional Needs of the Preterm Infant …… 95

Conditionally essential nutrients …… 109

A. Human milk …….. 115

B. Fortified of human milk ……. 125

C-Preterm formulas …….. 135

C. Nutrition for term infants …….. 141

D. Gastrostomy feeding …….. 147

Complications related to neonatal enteral nutrition .. 153

Summary and conclusion ……. 178

Recommendations ……. 161

References …….. 180

Arabic summary ……. --

List of Abbreviations

AA : Amino acids
ACE : Angiotensin-converting enzyme
ADH : Anti-diuretic hormone
AGA : Appropriate for gestational age
Alk phos : Alkaline phosphatase
ALT : Alanine transaminase
BPD : Bronchopulmonary disease
BUN : Blood urea nitrogen
BW : Body weight
Ca : Calcium
CHD : Congenital heart diseases
CHF : Congestive heart failure
Cl : Chloride
CLA : Conjugated linoleic acid
CLD : Chronic lung disease
CMV : Cytomegalovirus
CO2 : Carbon dioxide
CSF : Cerebrospinal fluid
Cu : Copper
D5W : Dextrose 5% in water
DBM : Drip breast milk
DDAVP : 1-desamino-8-D-arginine vasopressin
DHA : Docosohexanoic acid
EBM : Expressed breast milk
ECF : Extracellular fluid
ECMO : Extracorporeal membrane oxygenation
EE : Energy expenditure
EGF : Epidermal growth factor
EHMF : Enfamil human milk fortifier
ELBW : Extremely low birth weight
EN : Enteral nutrition
EPA : Eicosapentaenoic acid
FA : Fatty acid
FE : Fluid and electrolyte
Fe : Iron
FeNa : Fractional excretion of sodium

List of Abbreviations (Cont.)

FFA: albumin : Free fatty acid to albumin ratio
Fl : Fluoride
GER : Gastroesophageal reflux
GGT : Gamma-glutamyl transpeptidase
GI : Gastrointestinal
GIR : Glucose infusion rate
GRV : Gastric residual volume
HIV : Human immunodeficiency virus
HM : Human milk
HMF : Human milk fortifier
I V : Intravenous fluid
I : Iodide
ICF : Intracellular fluid
IDACE : The European commission industry Desalino Associoné
Ig : Immunoglobulines
IL6 : Inter leukien-6
IUGR : Intra uterine growth retardation
IVF : Intravenous fluid
IVH : Intraventricular hoemarage
IWL : Insensible water loss
K : Potassium
KCl : Potassium chloride
LBW : Low birth weight
LC-PUFAs : Long chain polyunsaturated fatty acids
LE : Lipid emulsion
Mb : Molybdenum
MCT : Medium chain triglyceride
MDA : Malondialdehyde
MEN : Minimal enteral nutrition
MFGM : Milk fat globule membrane
Mg : Magnesium
MVI : Multi vitamin infusion
Na : Sodium
NaCl : Sodium chloride
NEC : Necrotizing enterocolitis
NG : Nasogsteric

List of Abbreviations (Cont.)

NGF : Nerve growth factor
NICU : Neonatal intensive care units
NO : Nitric oxide
NPO : Nil Per Os
OG : Orogasteric
P : Phosphorus
PCVCs : Percutaneous central venous catheters
PCVCs : Peripherally/percutaneous centeral venous catheters
PDA : Patent ductus arteriosus
PICCs : Peripherally/percutaneous inserted centeral catheters
PN : Parenteral nutrition
PPAR : Peroxisome proliferator-activated receptors
PPHN : Persistent pulmonary hypertension
Pr HM : Preterm human Milk
PTE : Pediatric trace element
PUFA : Polyunsaturated fatty acids
PVL : Periventricular leukomalacia
RDA : Recommended daily allowance
RDS : Respiratory distress syndrome
REE : Resting energy expenditure
RNIs : Recommended nutrient intakes
ROP : Retinopathy of prematurity
SBS : Short bowel syndrome
Se : Selenium
SG : Specific gravity
SGA : Small for gestational age
SHMF : Similac human milk fortifier
SIADH : Syndrome of inappropriate anti diuretic hormone
SVC : Superior vena cava
TBW : Total body water
TEWL : Transepidermal water loss
TNF alpha : Tumor necrosis factor alpha
TPN : Total parenteral nutrition
Trig : Triglycerides
UAC : Umbilical arterial catheters

List of Abbreviations (Cont.)

UVC	: Umbilical venous catheters
VLBW	: Very low birth weight
VZIG	: Varicella zoster immunoglobulin
VZV	: Varicella-zoster virus
WHO	: World Health Organization
Zn	: Zinc