
SUPPLEMENT TO VOLUME 67, 1989, OF THE
BULLETIN
OF THE WORLD HEALTH ORGANIZATION
DE L'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE

THE SCIENTIFIC JOURNAL OF WHO • LA REVUE SCIENTIFIQUE DE L'OMS

INFANT FEEDING

THE PHYSIOLOGICAL BASIS

EDITED BY
JAMES AKRE



WORLD HEALTH ORGANIZATION, GENEVA • ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE, GENEVE

© World Health Organization 1990

Publications of the World Health Organization enjoy copyright protection in accordance with the provisions of Protocol 2 of the Universal Copyright Convention. Nevertheless, abstracting and other journals may reprint the abstract at the head of articles in the *Bulletin of the World Health Organization*, without requesting authorization.

For rights of reproduction or translation of WHO publications, in part or *in toto*, application should be made to the Office of Publications, World Health Organization, 1211 Geneva 27, Switzerland. The World Health Organization welcomes such applications.

Authors alone are responsible for views expressed in signed articles.

The designations employed and the presentation of the material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city, or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

The mention of specific companies or of certain manufacturers' products does not imply that they are endorsed or recommended by the World Health Organization in preference to others of a similar nature which are not mentioned. Errors and omissions excepted, the names of proprietary products are distinguished by initial capital letters.

© Organisation mondiale de la Santé 1990

Les publications de l'Organisation mondiale de la Santé bénéficient de la protection prévue par les dispositions du Protocole N° 2 de la Convention universelle pour la Protection du Droit d'Auteur. Les revues de comptes rendus analytiques ou d'autres journaux peuvent toutefois reproduire les textes de présentation figurant en tête des articles du *Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé* sans autorisation préalable.

Pour toute reproduction ou traduction partielle ou intégrale, une autorisation doit être demandée au Bureau des Publications, Organisation mondiale de la Santé, 1211 Genève 27, Suisse. L'Organisation mondiale de la Santé sera toujours très heureuse de recevoir des demandes à cet effet.

Les articles signés n'engagent que leurs auteurs.

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation mondiale de la Santé aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

La mention de firmes et de produits commerciaux n'implique pas que ces firmes et produits commerciaux sont agréés ou recommandés par l'Organisation mondiale de la Santé de préférence à d'autres. Sauf erreur ou omission, une majuscule initiale indique qu'il s'agit d'un nom déposé.



CONTENTS

Acknowledgements.....	6
Introduction.....	7
1. The prenatal and immediate postpartum periods.....	9
Nutritional aspects.....	9
The energy cost of pregnancy.....	9
Nutritional requirements during pregnancy.....	10
Weight increments during pregnancy.....	11
Nutrient transfers during pregnancy.....	12
Changes in maternal metabolism that promote adequate fetal growth.....	12
The placenta.....	12
Placental function and fetal growth.....	12
Placental metabolism.....	13
The newborn.....	13
Nutritional requirements.....	13
Neonatal weight loss.....	14
Other postpartum concerns.....	14
The newborn infant's feeding.....	15
Résume: Les périodes prénatale et du post-partum immédiat.....	15
2. Lactation.....	19
Development of the female breast.....	19
During intrauterine growth and childhood.....	19
During puberty and adolescence.....	20
Anatomy and morphology of the mature breast.....	20
Changes in the nipple during pregnancy.....	21
Changes in the breast during pregnancy and after delivery.....	21
Lactation.....	21
Onset of lactation.....	21
Maintenance of lactation.....	22
Cessation of lactation.....	24
Breast-milk composition.....	25
Protein.....	25
Fat.....	26
Lactose.....	27
Vitamins.....	28
Minerals.....	29
Trace elements.....	30
Other substances.....	30
Immunological qualities of breast milk.....	31
Effects on mothers.....	32
Breast-milk quantity.....	32
Nutritional requirements of lactating mothers.....	34
Lactation and contraception.....	35
Résumé: La lactation.....	35

3. Health factors which may interfere with breast-feeding	41
Possible contraindications to breast-feeding.....	41
Situations related to infant health.....	41
Situations related to maternal health.....	43
Situations normally not a contraindication.....	45
Conditions related to the infant.....	45
Conditions related to the mother.....	47
Résumé: Facteurs pouvant perturber l'allaitement maternel	51
4. Physiological development of the infant and its implications for complementary feeding ..	55
Gastrointestinal-tract functions	55
Food ingestion	55
Food digestion	56
Excretory system.....	57
Infant feeding	60
Nutritional requirements.....	60
Energy requirements	61
Complementary feeding	62
Risks of too early complementary feeding	62
Short-term risks.....	63
Long-term risks	63
Résumé: Le développement physiologique du nourrisson et ses implications sur l'alimentation de complément.....	65
5. The low-birth-weight infant.....	68
Feeding techniques and related care.....	69
Recommended intakes for LBW infants	72
Water.....	72
Energy.....	72
Protein	73
Taurine.....	74
Fat	74
Carnitine.....	75
Carbohydrate.....	75
Minerals.....	75
Fat-soluble vitamins	78
Water-soluble vitamins	79
Résumé: Le nourrisson de poids insuffisant à la naissance	80
6. The infant and young child during periods of acute infection.....	85
Effects of infections on nutritional status.....	85
Anorexia and other conditions.....	86
Impaired nutrient absorption and nutrient loss	87
Increased metabolic demands	88

General infections.....	88
Diarrhoeal diseases.....	88
Other diseases.....	90
Convalescence.....	92
 Résumé: L'alimentation du nourrisson et du jeune enfant au cours d'épisodes infectieux aigus	92
 Annex 1: Check-list for evaluating the adequacy of support for breast-feeding in maternity hospitals, wards and clinics.....	96
Annex 1: Liste de contrôle pour déterminer le degré d'adéquation du soutien apporté à l'allaitement maternel dans les hôpitaux, maternités et cliniques.....	96
Annex 2: Studying the weaning process.....	100
Résumé: Comment étudier le processus de sevrage.....	105
Annex 3: Suggested further reading.....	107

ACKNOWLEDGEMENTS

This review grew out of requests made by the World Health Assembly that WHO provide its Member States with up-to-date information concerning those rare circumstances in which infants cannot, or should not be breast-fed, and about the physiological development of the infant and its implications for complementary feeding. The original offset documents covering these topics, which form the basis for chapters 3 and 4 respectively, were prepared in 1985–86 by Dr Moises Behar, former Chief, Nutrition Unit, WHO, Geneva (present address: Tronco 8 L-22, El Encinal, Mixco III, Guatemala). Dr Behar was also instrumental in laying the groundwork for chapters 5 and 6, in addition to contributing to the overall conceptual framework that binds the review

Special thanks are due to Maureen Minchin, lactation consultant, lecturer and author on infant feeding (address: 5 Saint George's Road, Armadale 3143, Australia), who contributed substantially to chapter 2 and reviewed other chapters for their technical accuracy and completeness; and to Dr Mary J. Renfrew, midwife and researcher (National Perinatal Epidemiology Unit, Radcliffe Infirmary, Oxford OX2 6HE, England), for her helpful suggestions.

The editor, James Akre, is Technical Officer in the Nutrition Unit, Division of Family Health, WHO, Geneva.

The contributions of the following persons to one or more chapters are also gratefully acknowledged: —Dr Peter Aggett, Department of Child Health, University of Aberdeen, Foresterhill, Aberdeen AB9 2ZD, Scotland.

—Dr Peter Hartmann, Professor of Biochemistry, University of Western Australia, Perth, Western Australia, Australia.

—Dr Tahire Koçtürk-Runefors, Nutritionist and paediatrician, Mariehällsvägen 40, 18400 Akersberga, Sweden.

—Dr Felicity Savage, Senior Lecturer, Institute of Child Health, 30 Guildford Street, London W1, England

—Dr Eberhard Schmidt, Director, Paediatric Clinic II, University of Düsseldorf, Moorenstrasse 5, Düsseldorf, Federal Republic of Germany.

—Dr A.M. Tomkins, Professor of Tropical Child Health, Institute of Child Health, 30 Guildford Street, London W1, England.

INTRODUCTION

Breast-feeding of human infants has been a common feature of all cultures and all times because our very survival has depended on it. In contrast, other modes of infant feeding—what is fed, when, how and by whom—have differed according to both time and place. Thus, various feeding customs have evolved through the ages by a process of trial and error, each one adapted to suit a given environment and often the best that could be expected nutritionally.

Breast-feeding was therefore a universal "natural imperative", ensuring infant survival and health. By the late nineteenth century, however, advances in science, especially biochemistry, led to new perceptions about the dietary needs of populations in the rapidly industrializing and urbanizing regions of Europe and North America. The challenges at this time included how to feed infants and young children safely, while avoiding dietary complications created by changes in life-styles, cultural values, and the roles of mothers and others responsible for child care.

During the early part of the twentieth century, and for many years thereafter, the emphasis in infant feeding reflected a primarily quantitative approach, which was considered more precise and therefore more "scientific". For example, analyses of human and cow's milk, although showing distinct differences, seemed to suggest that the latter could be safely modified to satisfy the nutritional needs of the infant. The first commercially produced breast-milk substitutes and complementary, or weaning, foods used as their model the then available and very limited knowledge about the nutritional value of breast milk, and the physiology and nutritional needs of the newborn infant and young child. The basic criterion for the nutritional adequacy of these foods was growth, and not infrequently such notions as more food and earlier feeding became synonymous with better nutrition.

Today, it is clear that appropriate feeding practices during the first year of life are subject to a greater variety of considerations. The main factors are the infants' nutritional needs and degree of functional maturity, particularly as regards the type of food given, and their excretory processes and defences against infection. This review brings together the latest scientific information concerning the physiological development of infants during the prenatal period and first year of life and their implications for infant feeding. It describes why breast milk, which is naturally adapted to the evolving nutritional needs of young infants, is the only truly universal source of nourishment. It also shows

Parce qu'il s'agit de la survie de l'espèce, l'alimentation au sein des jeunes enfants a toujours été une des caractéristiques marquantes de toutes les cultures de tous les temps. A l'opposé, à part les pratiques relatives à l'allaitement au sein, ce que l'enfant mange, quand, comment et par qui la nourriture lui est offerte a varié grandement selon le temps et les situations géographiques. Les coutumes alimentaires ont indubitablement évolué à travers les âges grâce à un processus essais-erreurs et sur la base de l'expérience accumulée dans l'adaptation à des environnements donnés. Souvent, il s'agissait des meilleures coutumes possibles d'un point de vue nutritionnel dans les circonstances existantes.

L'allaitement maternel était donc un "impératif naturel" universel, jouant comme il l'a fait un rôle déterminant dans la santé et la survie de l'enfant. Cependant dès la fin du 19^{ème} siècle, la science et particulièrement la biochimie avaient fait suffisamment de progrès pour entraîner une perception nouvelle de l'évolution des besoins diététiques des populations dans les régions rapidement urbanisées et industrialisées de l'Europe et de l'Amérique du Nord. Le défi tel qu'il était perçu à ce stade incluait la manière d'alimenter sagement les nourrissons et les jeunes enfants en évitant les complications diététiques créées par le développement de modes de vie non traditionnels, des changements dans les valeurs culturelles et des modifications du rôle des mères et d'autres responsables des soins aux enfants.

Durant la première partie du 20^{ème} siècle et pendant de nombreuses années ensuite, l'accent mis sur l'alimentation infantile a reflété essentiellement une approche quantitative, qui était jugée plus précise et par conséquent plus "scientifique". Une analyse globale du lait humain et du lait de vache, bien que montrant de nettes différences, semblait suggérer que le dernier pouvait être aisément et sans danger modifié pour répondre aux besoins nutritionnels de l'enfant. Les premiers substituts et compléments du lait maternel produits commercialement utilisèrent comme base la connaissance—relativement grossière et limitée—que l'on avait à l'époque de la valeur nutritionnelle du lait humain et de la physiologie et des besoins nutritionnels du nouveau-né et du jeune enfant. Le critère pour évaluer la valeur nutritionnelle de ces aliments était basé sur la croissance et bien souvent des notions telles que plus d'aliments plus tôt étaient synonymes de meilleure nutrition.

Aujourd'hui, il est clair que durant la première année de la vie des pratiques alimentaires

Introduction

that later in the first year of life when other foods become necessary, these can be as varied as family diets around the world. What is essential is that the nutritional requirements should be met; the wider the range of foods eaten the easier this will be. Even at this stage of infant development, breast milk still provides a significant source of energy and nutrients as well as protection against infection and disease.

This review provides the scientific basis for preparing guidelines on infant feeding, taking into account the available foods and local customs. It is intended mainly for general practitioners, obstetricians, paediatricians, midwives, nutritionists and nurses, and for those in schools of public health; it will also be of interest to general readers who wish to update their knowledge of the subject.

Finally, a number of practical indications are presented in three annexes. Annex 1 is a check-list for evaluating the adequacy of support for breast-feeding provided in maternity hospitals, wards and clinics; it is taken from a joint WHO/UNICEF statement on this subject, which was published in 1989. Annex 2 suggests an empirical framework for studying the weaning process, which is an important first step in designing, carrying out and evaluating the impact of programmes intended to improve the nutritional status of infants and young children. Annex 3 suggests titles for further reading in this area, including selected WHO publications, and sources of information and learning materials.

appropriées doivent prendre en compte des considérations nettement plus subtiles et variées. Les principaux déterminants sont les besoins nutritionnels du nourrisson et son degré de maturité fonctionnelle, singulièrement en ce qui concerne le type d'aliments donnés et les capacités d'excrétion et de défense contre l'infection. C'est dans ce contexte que cette revue rassemble l'information scientifique la plus récente sur le développement physiologique de l'enfant durant la période prénatale et la première année de la vie avec les implications que cela entraîne sur l'alimentation. On décrit les raisons pour lesquelles le lait maternel, parce qu'il est naturellement adapté aux besoins physiologiques évolutifs du nourrisson, est la seule nourriture vraiment universelle. On démontre aussi que plus tard dans la première année de la vie, quand d'autres aliments deviennent nécessaires, ils peuvent être aussi variés que tous les régimes familiaux que l'on rencontre dans le monde. Ce qui est essentiel c'est que les besoins nutritionnels soient couverts et plus l'éventail d'aliments offerts est grand plus les chances sont meilleures qu'ils le soient. Cependant, même à ce stade du développement infantile le lait maternel constitue encore une source énergétique et nutritive significative en plus de son rôle protecteur contre la maladie.

Cette revue fournit les bases scientifiques pour l'élaboration des guides diététiques pour l'alimentation infantile en prenant en compte les coutumes locales et les aliments disponibles. Elle est principalement destinée aux médecins généralistes, aux obstétriciens, aux pédiatres, aux sages-femmes, aux nutritionnistes et aux infirmières, et aux écoles de santé publique. Elle intéressera aussi bien les lecteurs du grand public qui voudraient mettre à jour leur connaissances sur le sujet.

Enfin, un certain nombre d'informations d'ordre pratique sont présentées dans trois annexes. L'annexe 1 est une liste de contrôle pour l'évaluation de la pertinence avec laquelle l'allaitement maternel est encouragé dans les services liés à la maternité; elle est empruntée à une déclaration conjointe OMS/UNICEF sur le sujet publiée en 1989. L'annexe 2 propose un cadre empirique pour l'étude du sevrage, ce qui est une étape importante dans la formulation, la mise en oeuvre et l'évaluation de l'impact de programmes destinés à améliorer l'état nutritionnel des nourrissons et des jeunes enfants. L'annexe 3 suggère des références complémentaires sur la question, y compris certaines publications de l'OMS ainsi que différents matériels éducatifs et d'information.