



The warm chain



Nella vita fetale:

La temperatura nell'utero è di circa 38 °

Il feto è sottoposto alla termogenesi materna

Fattori che inibiscono la termogenesi nel feto: PGE2, adenosina



Dopo la nascita:

I meccanismi termogenici sono presenti ma non adeguati: per alcune ore anche i neonati a termine non possono mantenere la omeotermia, e tale adattamento richiede tempi più lunghi nei pretermine.



Alla nascita:

Il bambino è bagnato

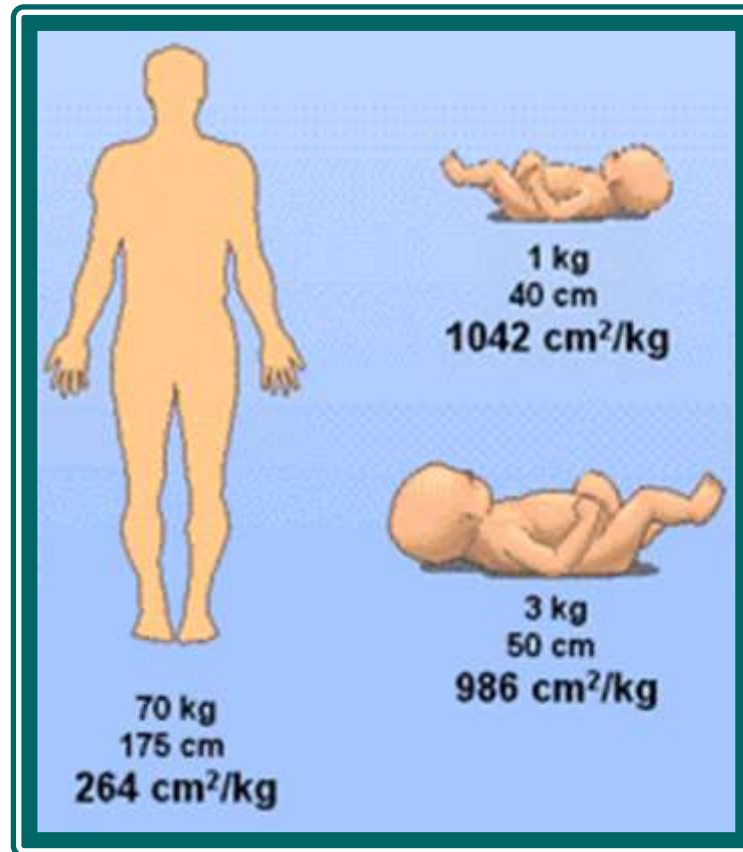
La temperatura ambiente è solitamente di almeno 10° inferiore a quella in utero

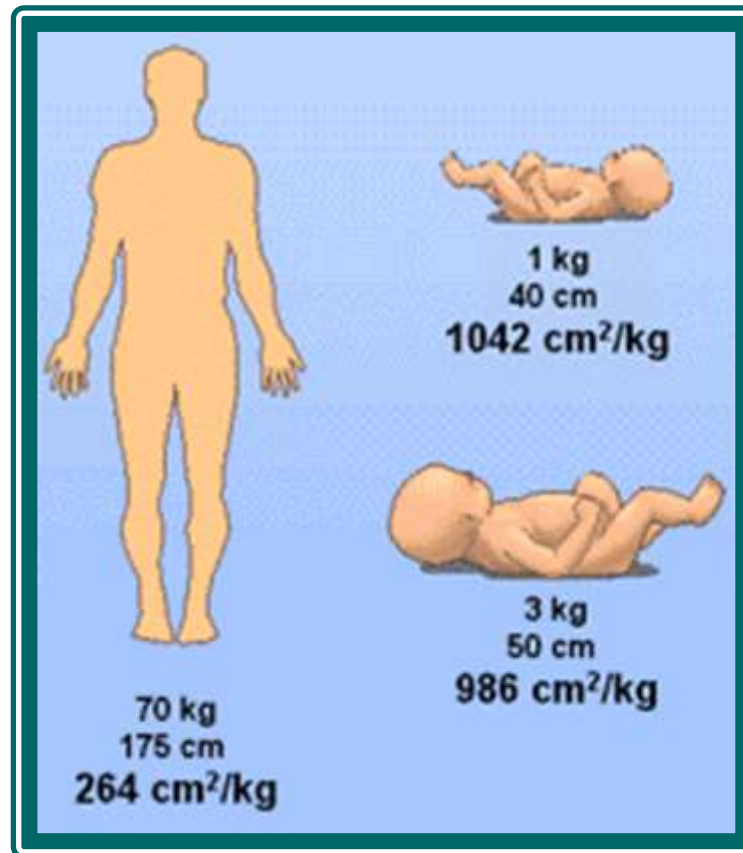
Ha un'elevato rapporto superficie corporea/peso corporeo

Alto rapporto tra le superfici di testa e tronco

Pelle sottile e tessuto sottocutaneo povero







Quali sono i neonati a maggior rischio di ipotermia?

- i prematuri
- I nati di basso peso
- I nati con asfissia perinatale
- I neonati rianimati
- I neonati con infezioni connatali in atto

Fattori di rischio ambientali:

Bassa temperatura della sala parto (<24°), superfici fredde non schermate, presenza di correnti d'aria, ventilatori e condizionatori accesi.

Errori di assistenza:

Mancata asciugatura e copertura del bambino, bagno troppo precoce spesso con acqua non calda, massaggi con olio al bambino nudo, separazione dalla madre, non 'skin-to-skin', ritardo nell'allattamento al seno.

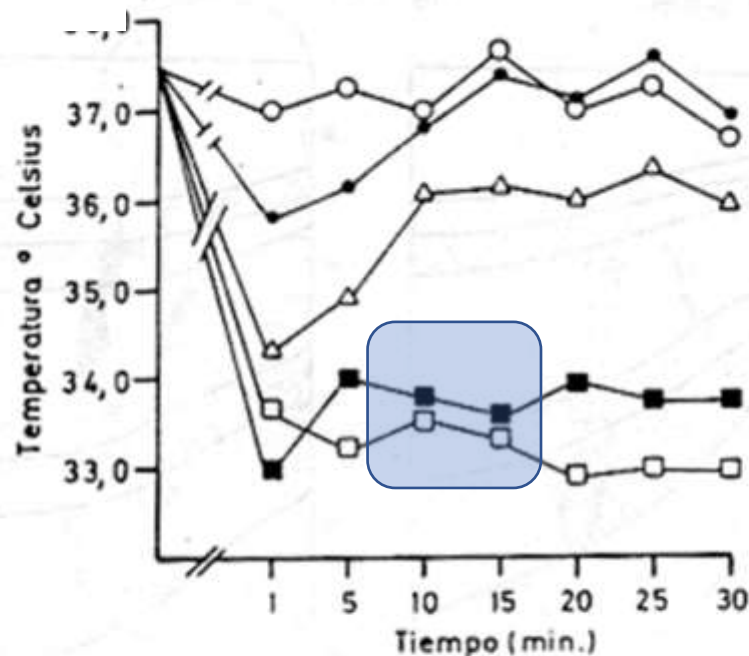


Foto Prof. Ragnar Tunell

NEWBORN TEMPERATURE AND CALCULATED HEAT LOSS IN THE DELIVERY ROOM

Lida Swafford Dahm and L. Stanley James

Pediatrics April 1972, 49 (4) 504-513



- Non asciugato sotto radiante
- Asciugato sotto radiante
- △ Asciugato ed avvolto in panni
- Bagnato, nudo ed a temperatura ambiente
- Asciugato, nudo ed a temperatura ambiente

Fig. 6.3 . Temperatura cutánea abdominal media (T_c) de cada grupo durante los primeros 30 minutos de vida. En las ordenadas está T_c , y en las abscisas los minutos posparto. ■ R. nacidos húmedos expuestos a T° ambiente; □ R. nacidos secos en ambiente igual al anterior; * R. nacidos húmedos bajo calefactor radiante; ○ R. nacidos secos bajo calefactor radiante; △ R. nacidos secos envueltos en sabanillas. (Tomado de Dahm and James: Pediatrics 1972; 49: 504-13.

RESPONSE TO THERMAL IMBALANCE

	<u>ADULT</u>	<u>INFANT</u>
Voluntary muscle activity		
* movements	+++	+
* posture	+++	+
* agitation/restlessness	++	—
Involuntary muscle activity		
* shivering	+++	—
* goose bumps"	+	—
* vasoconstriction	+++	+
Non-shivering thermogenesis		
* cellular thermogenesis	++	+
* brown fat metabolism	—	+++

Care of Low Birth Weight Babies 95

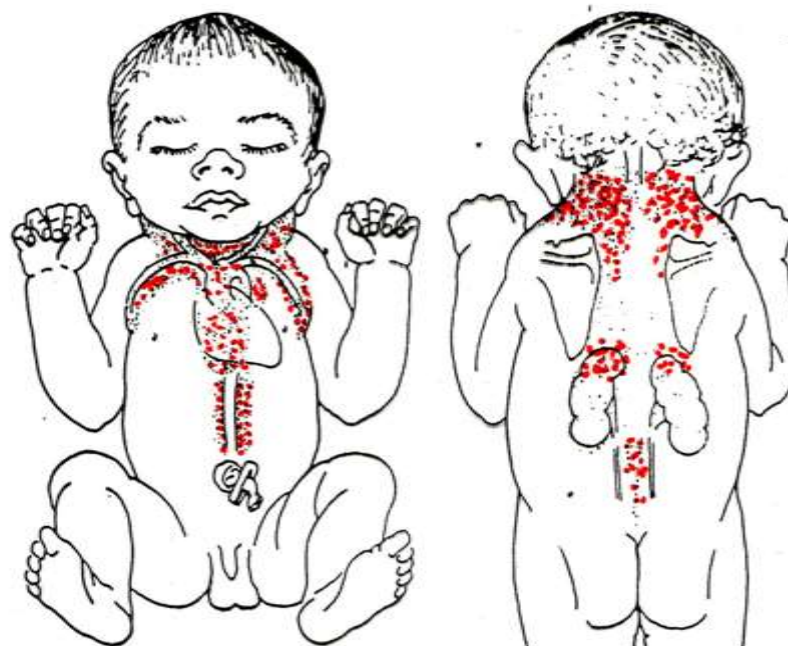
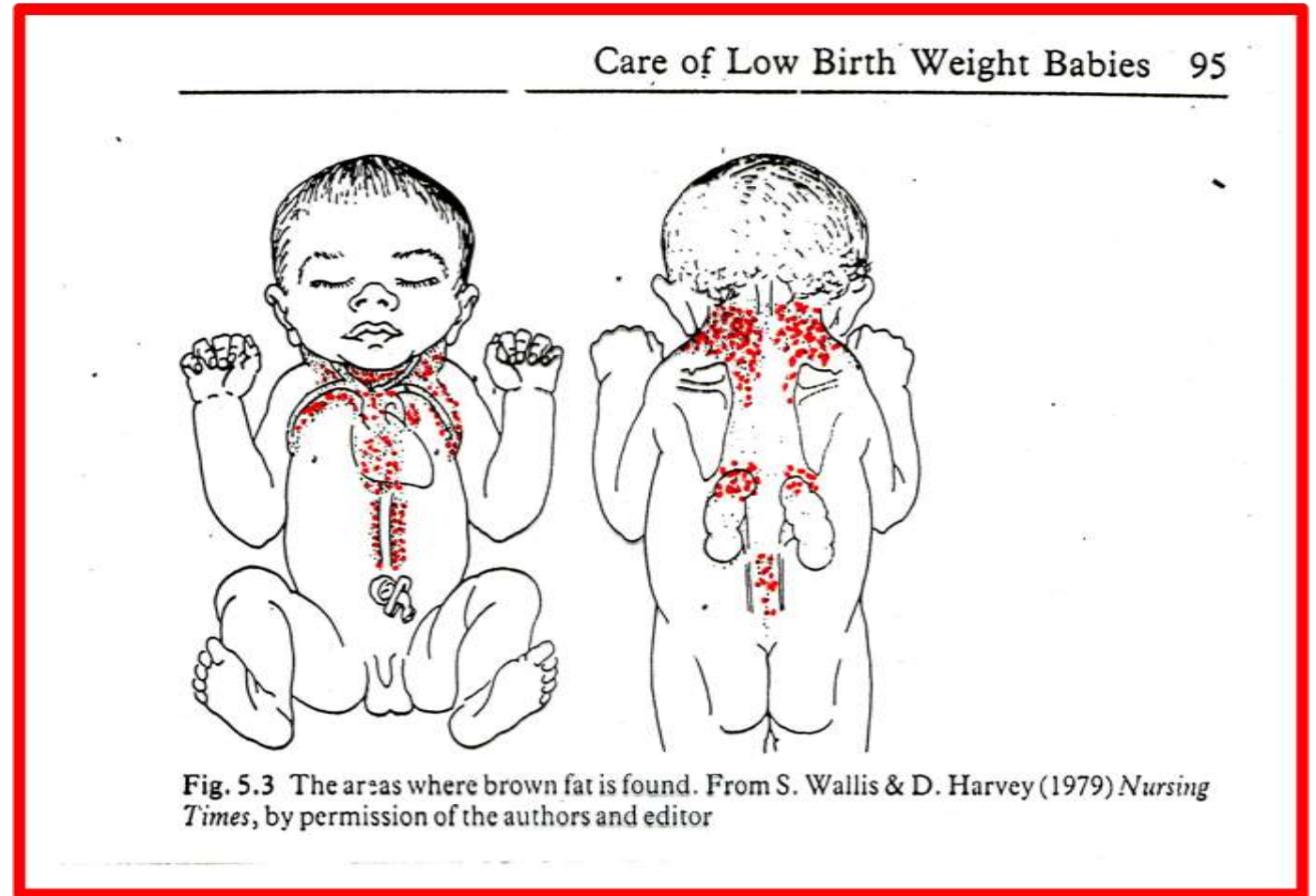
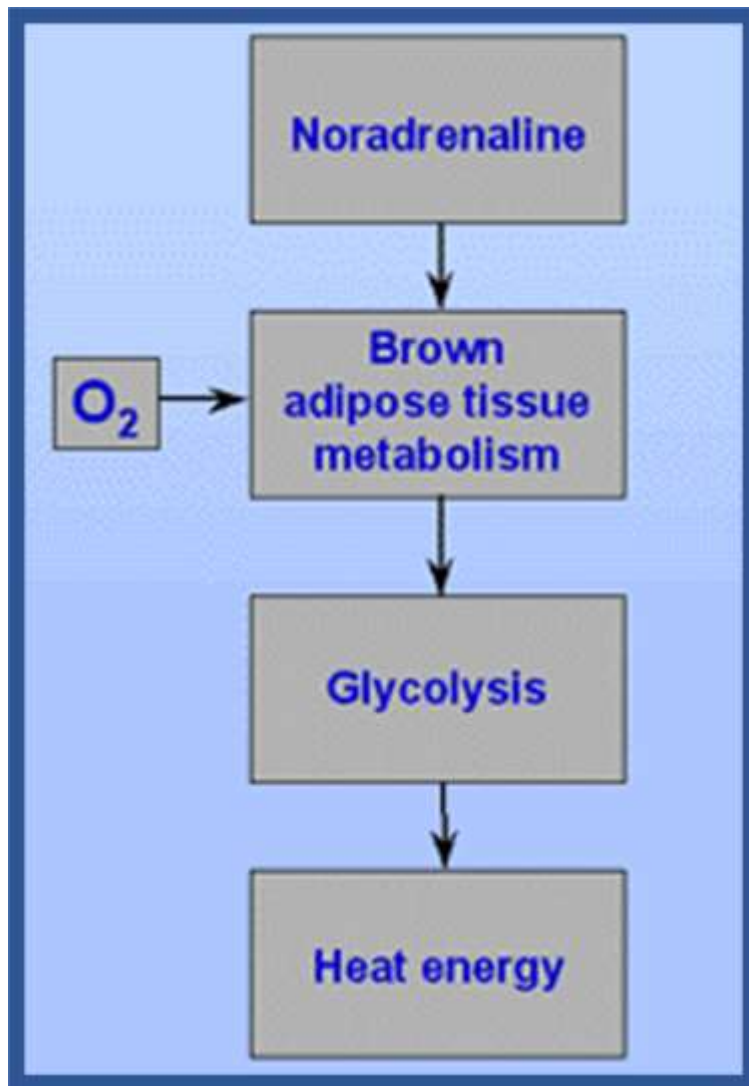
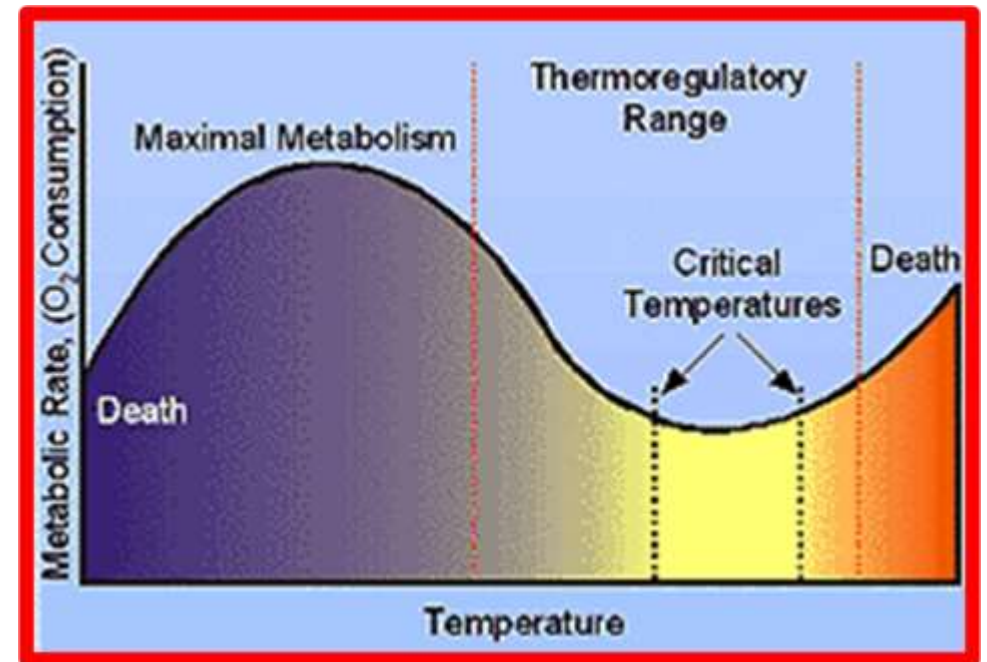
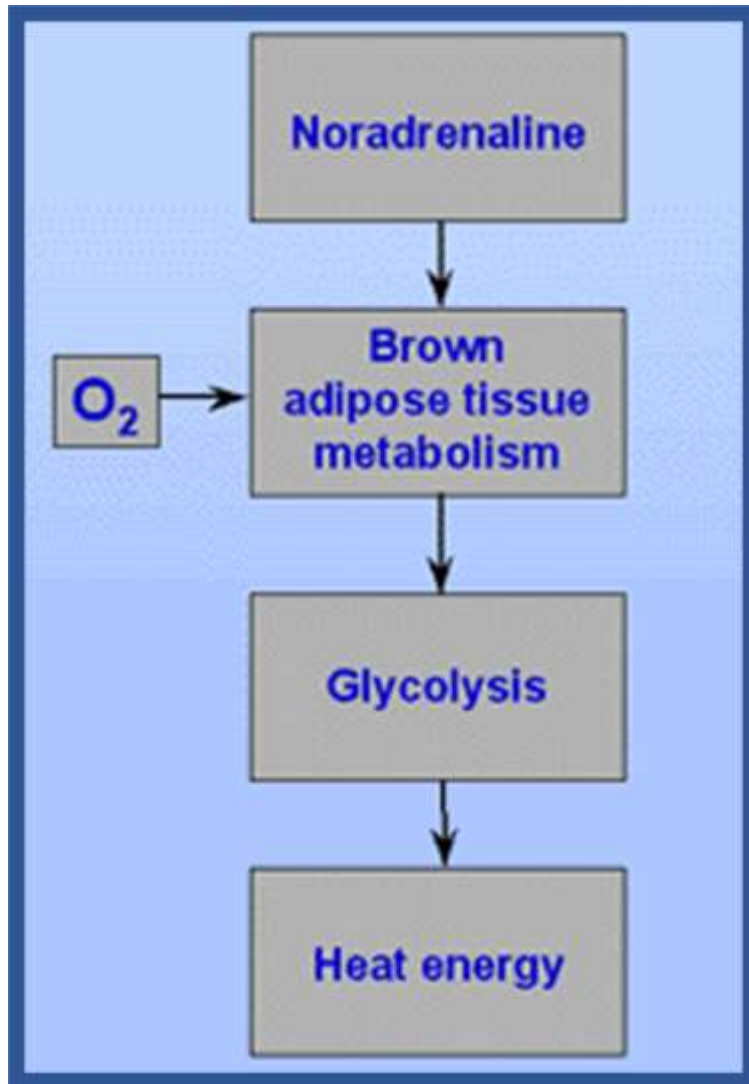


Fig. 5.3 The areas where brown fat is found. From S. Wallis & D. Harvey (1979) *Nursing Times*, by permission of the authors and editor

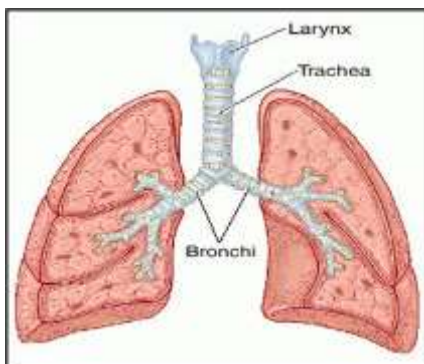


Metabolic rate out the of the Thermoregulatory range



Adapted from Merenstein and Blackmon

Conseguenze cliniche dell'ipotermia nel neonato (1)



ALTERAZIONI DEL SISTEMA RESPIRATORIO

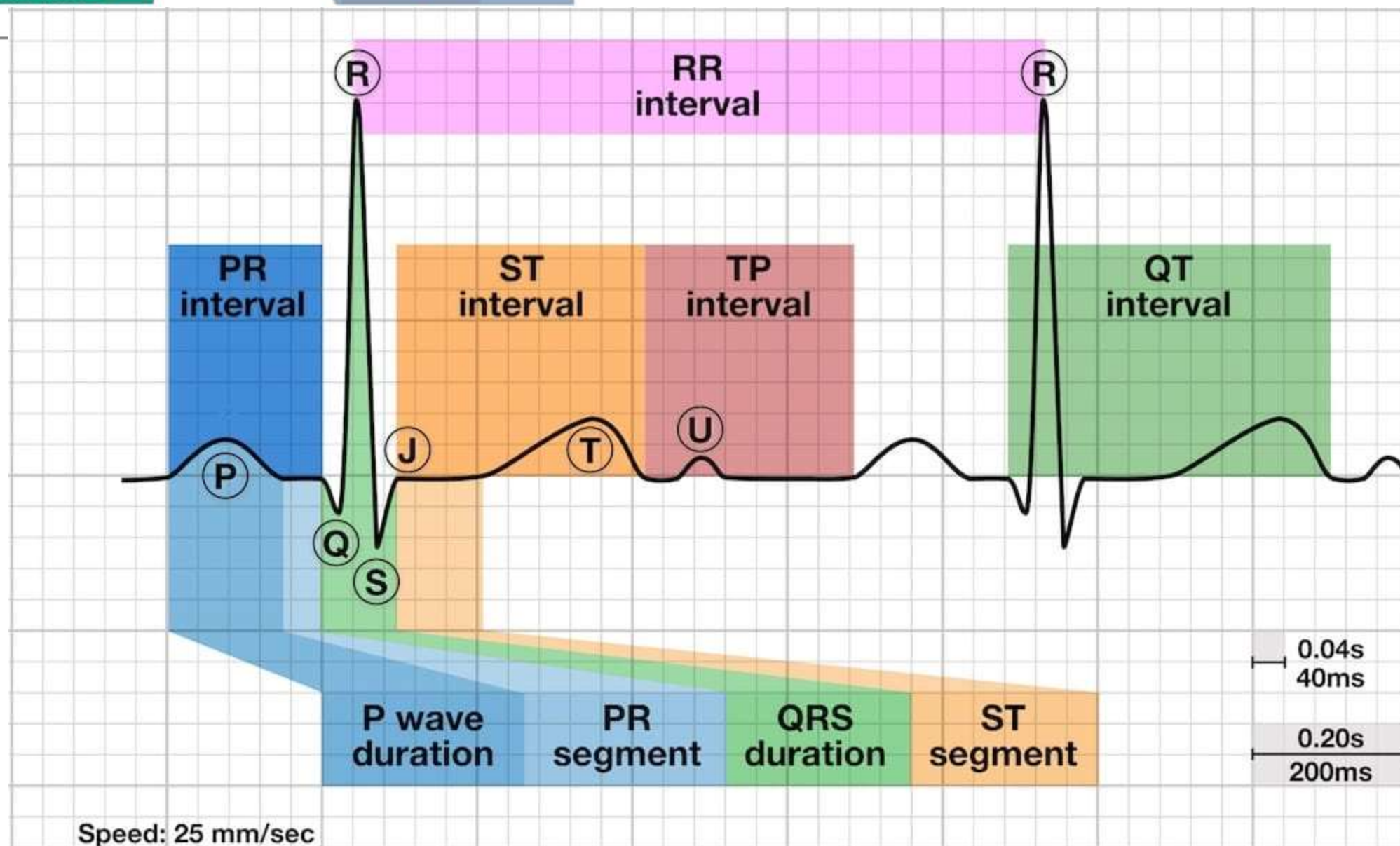
- Iniziale aumento della ventilazione seguito da riduzione della FR
- Rallentamento del turn-over del Surfattante



ALTERAZIONI CARDIOVASCOLARI

- Aumento iniziale di FC, gittata cardiaca e PA (stimolo simpaticomimetico)
- Seguito da bradicardia (riduzione del ritmo sinusale, ed allungamento dell'intervallo QT)

da : S.Perniciaro «la termoregolazione e l'ipotermia neonatale» Napoli, Congresso SIN, 2016



Conseguenze cliniche dell'ipotermia nel neonato (2)

○ ALTERAZIONI MULTI-ORGANO :

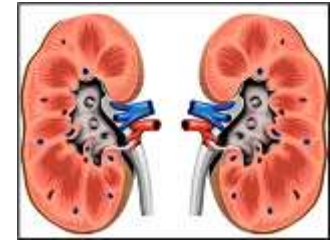
Riduzione della perfusione renale e della filtrazione glomerulare

Riduzione della perfusione intestinale, ridotta motilità intestinale

Riduzione della perfusione cerebrale e del microcircolo cerebrale

Riduzione della chemiotassi dei neutrofili, della fagocitosi e
riduzione del rilascio di citochine =>

AUMENTO DEL RISCHIO INFETTIVO



da : S.Perniciaro «la termoregolazione e l'ipotermia neonatale» Napoli, Congresso SIN, 2016

Quindi :

Insufficiente ossigenazione da aumentato consumo di O₂

Ipoglicemia da deplezione dei depositi di glicogeno

Acidosi metabolica da ipossia e vasocostrizione periferica

Ipotassemia, ipomagnesemia, ipofosfatemia

Apnee centrali

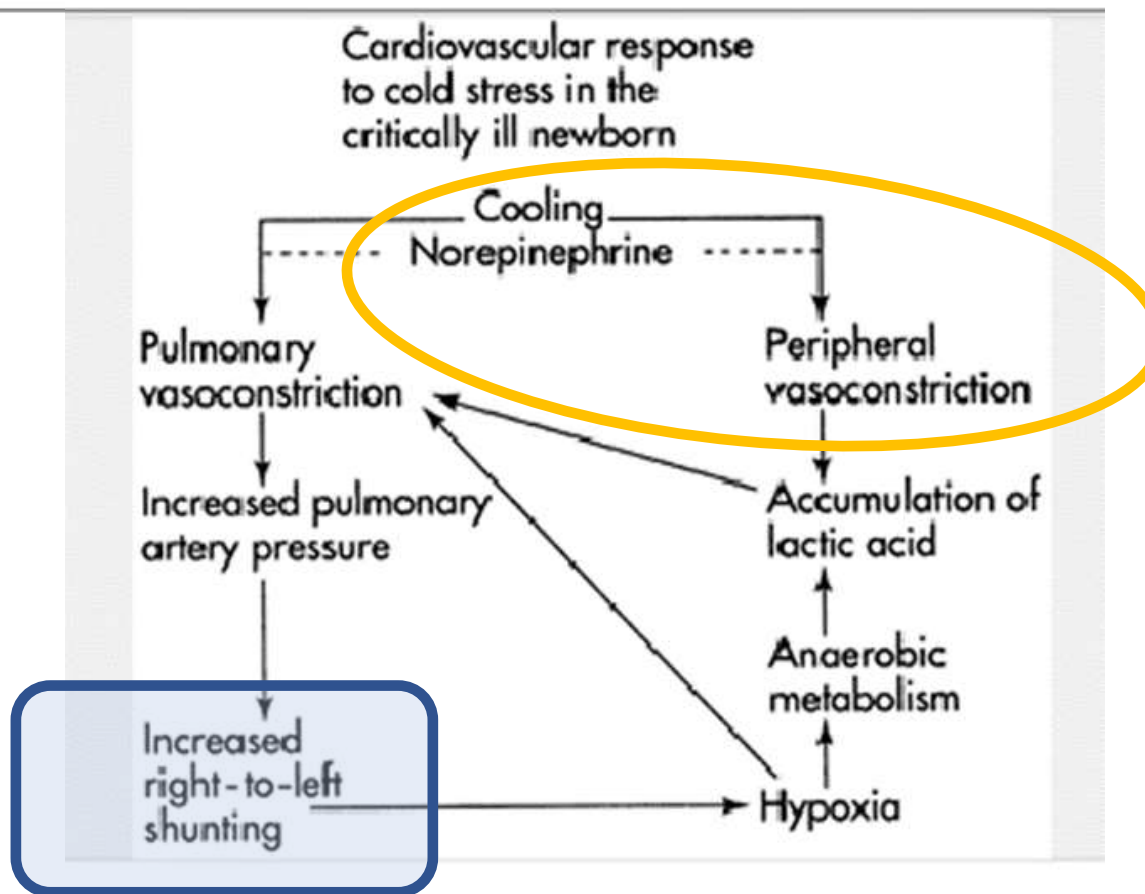
Shock: ipotensione

Aumento dell'ematocrito, trombocitopenia, aumento del tempo a-PTT

Coagulazione intravascolare disseminata: emorragie polmonari ed intraventricolari

Ipertensione polmonare secondaria ad acidosi ed ipossia

From : Gomella “Neonatology” 2004



From Aver's Neonatology,
6th edition -2005

Figure 24-3 Immediate and potentially detrimental cardiovascular response to a sympathetic surge in norepinephrine released after birth upon exposure of the neonate's temperature-sensitive skin to a cold extrauterine environment (convection and evaporation). (From Baumgart S. Incubation of the human newborn infant. In: Pomerance JJ, Richardson CJ, eds. *Neonatology for the clinician*. Norwalk, Conn: Appleton & Lange, 1993:139-150, with permission.)

Infant's temperature and survival rate.

(Prof. Pierre Constant Budin : “Le nourrisson”, Paris, 1900)

TEMPERATURE °C §

32.5 – 33.5 °C

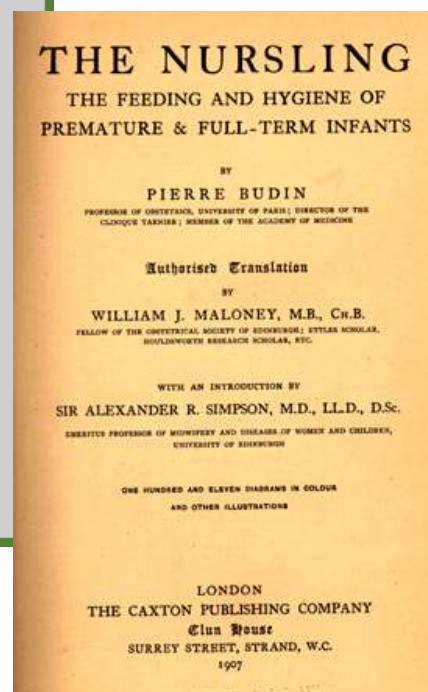
36.0 – 37.0 °C

SURVIVAL RATE

10 %

77 %

§ : Infant temperature at the admission.



Archives of Disease in Childhood 1995; 73: F193–F195

F193

PERINATAL LESSONS FROM THE PAST

Professor Pierre Budin (1846–1907) of Paris, and modern perinatal care

Peter M Dunn

Pierre Constant Budin was born in Enancourt-le-Sec near Beauvais in 1846. His parents were farmers. After schooling at the College of Beauvais and at the Lycée Napoleon where he obtained a baccalaureate in philosophy, he studied medicine for four years in Paris. There he came under the influence of the great Dr Tarnier, and on qualifying in 1871, became his house officer at the Hôpital de la Charité, and later his collaborator there, and also both at the Maternité and the Tarnier Clinique. When Tarnier died in 1897 he named Budin as the man to carry on his great work. The following year, Budin was made Professor of Obstetrics at the University of Paris, director of the Tarnier Clinique, and a member of the Academy of Medicine.

Budin was an outstanding doctor, scientist, and teacher. To quote from his obituary address by the President of the Academy,¹ he thought only of science, of doing good, and of friendship. He united intelligence with humanity and vision. In obstetrics he excelled



Professor Pierre Budin, 1846–1907.

Hypothermia

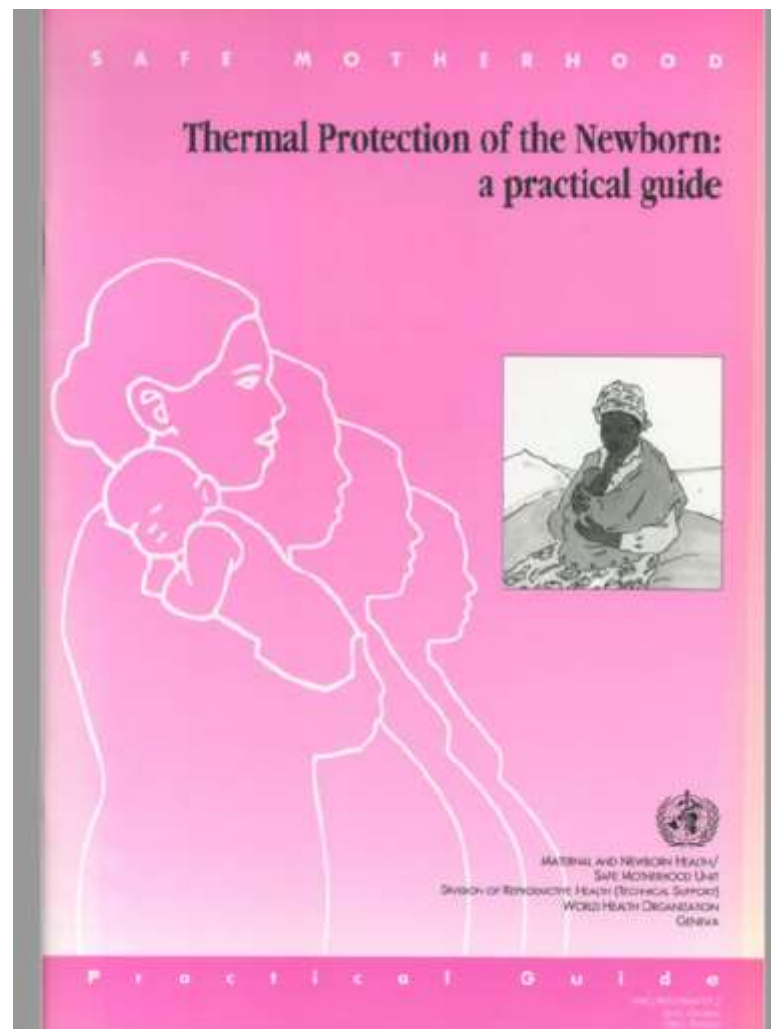
Signs and symptoms

	<35°C	>35°C
N	364	335
Poor feeding	83%	68%
Lethargy	73%	49%
Oedema	58%	24%
Sclerema	53%	11%
Cyanosis	40%	30%
Oliguria	22%	13%

XHIAN 1989

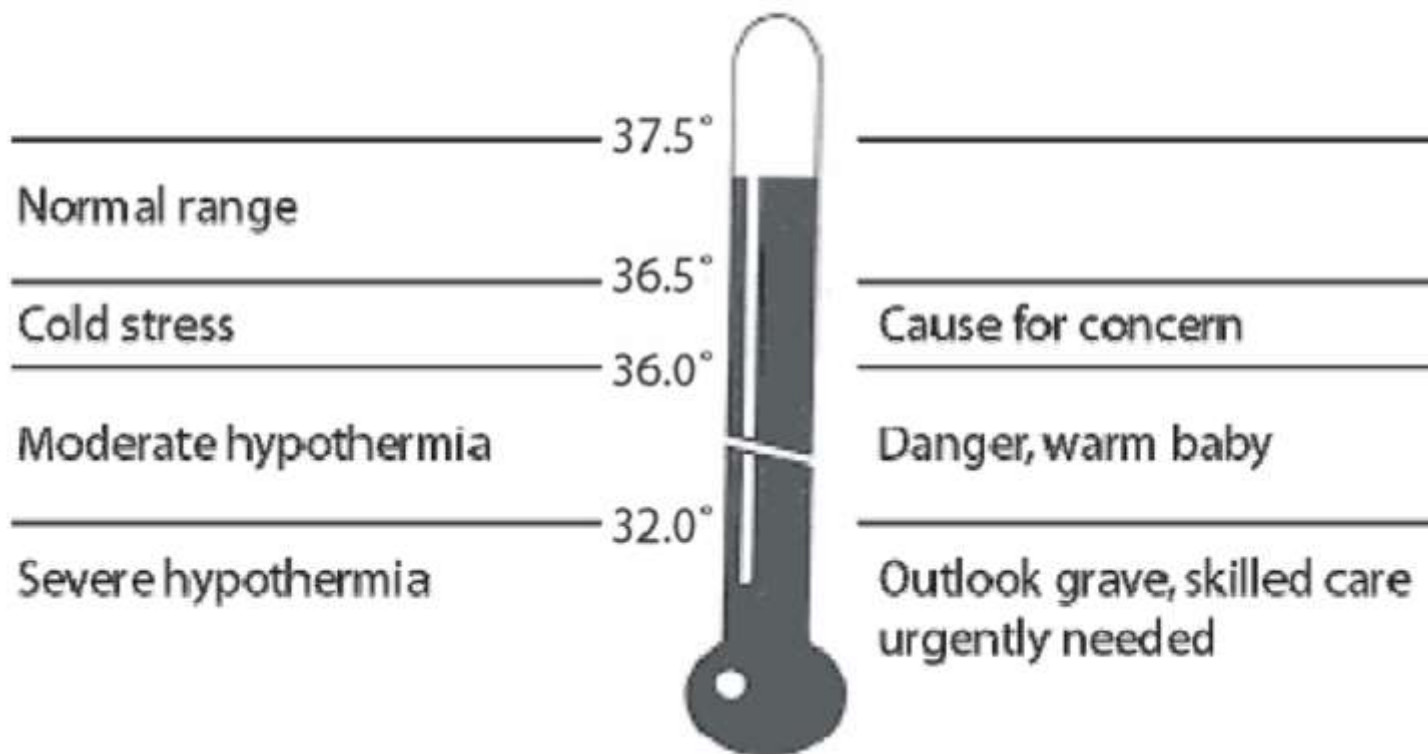
Sintomatologia da ipotermia protratta in età neonatale

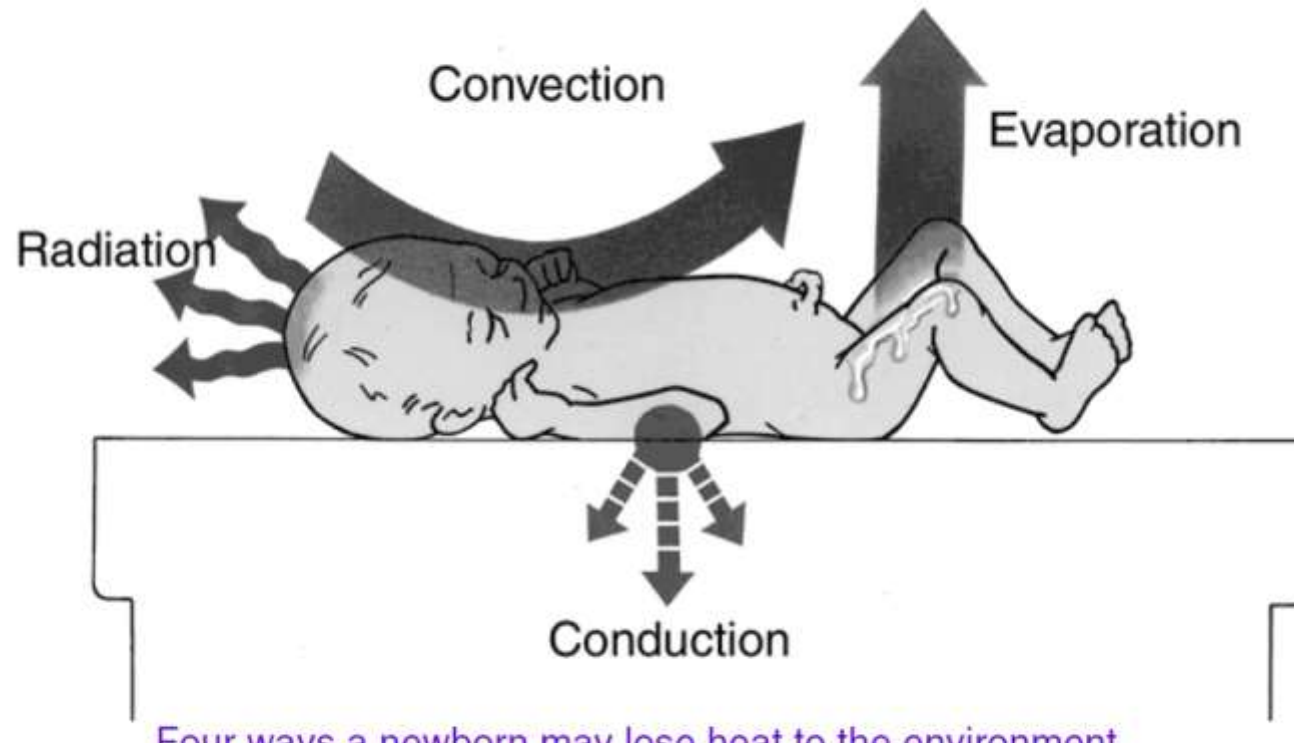
Ji XC, Zhu CY et All.
«Epidemiological study on hypothermia
in newborns»,
Chinese Med. J. 016 (1993) 428-432



WHO, Geneva, 1997

Body temperature in the newborn infant (°C)



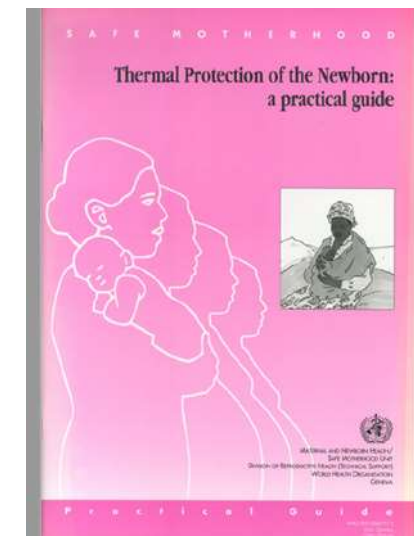


A naked newborn exposed to an environmental temperature of 23°C suffers the same heat loss as a naked adult in 0°C .

“ THE WARM CHAIN “

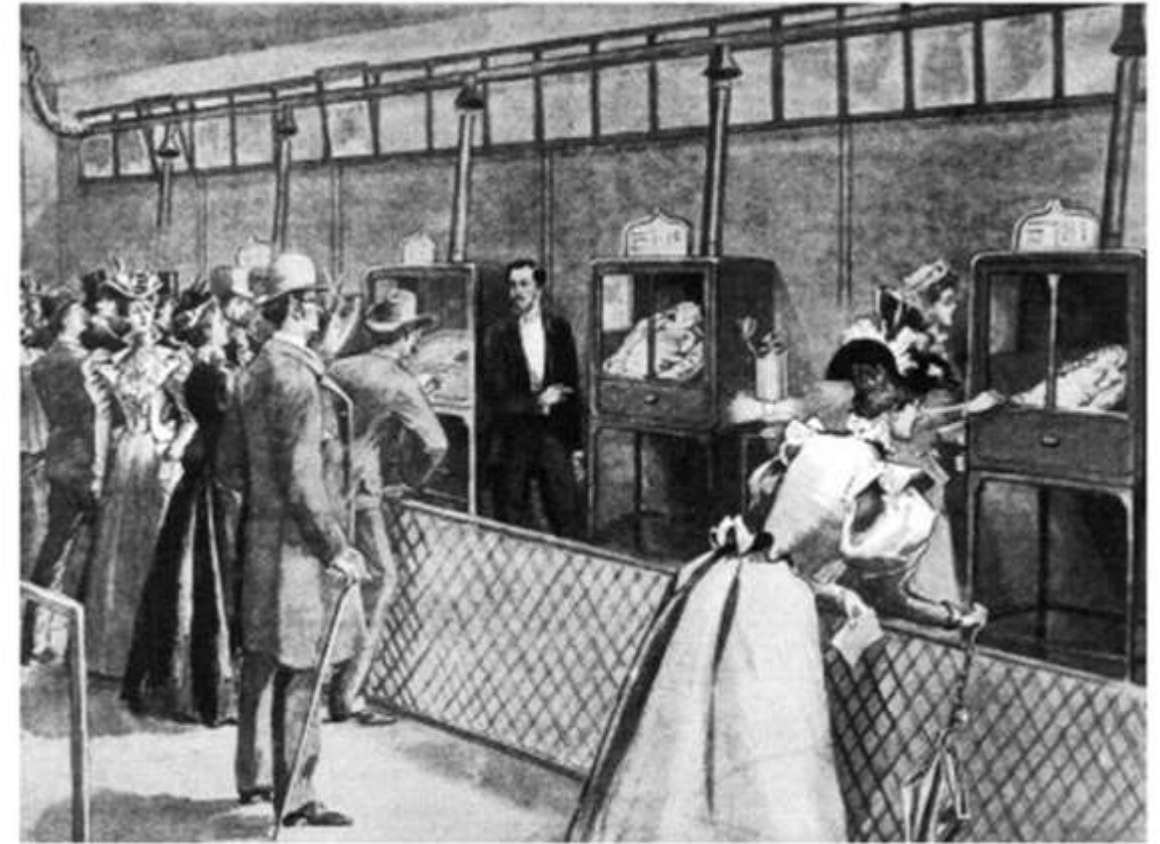
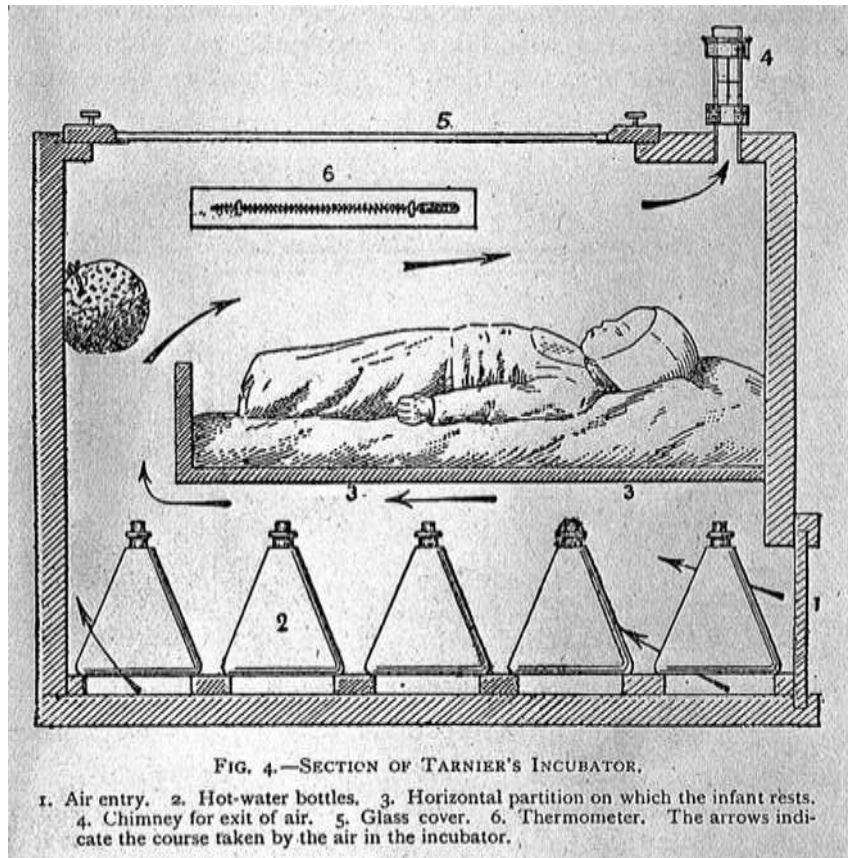


- 1 Sala parto riscaldata
- 2 Asciugatura immediata
- 3 Contatto pelle a pelle
- 4 Allattamento al seno
- 5 Bagno e peso rinviati
- 6 Abbigliamento e culla adeguati
- 7 Madre e bambino sempre assieme
- 8 Trasporto termicamente protetto
- 9 Rianimazione che eviti il raffreddamento
- 10 Formazione e sensibilizzazione del Personale



Inoltre :

- *monitoraggio e registrazione dei valori di T°*

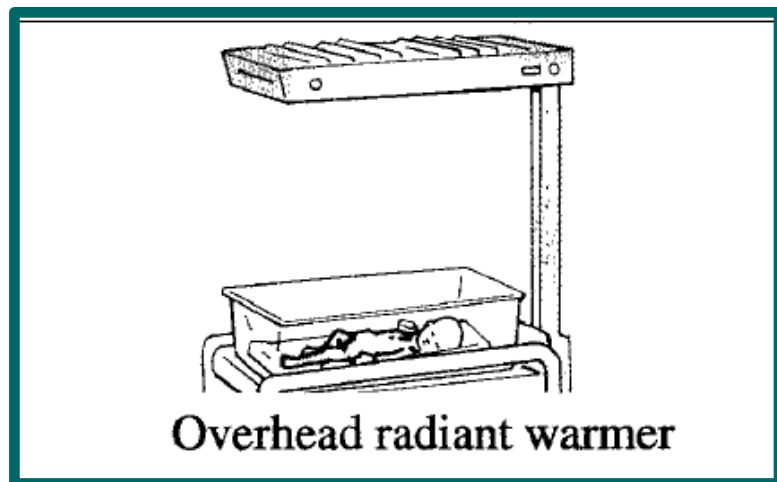


**Parigi 1878 :
l'incubatore del Dr. Etienne Tarnier**

**Il «vivaio di bambini» «Kinderbrutanstalt»
all'Esposizione Mondiale di Berlino nel 1896.**

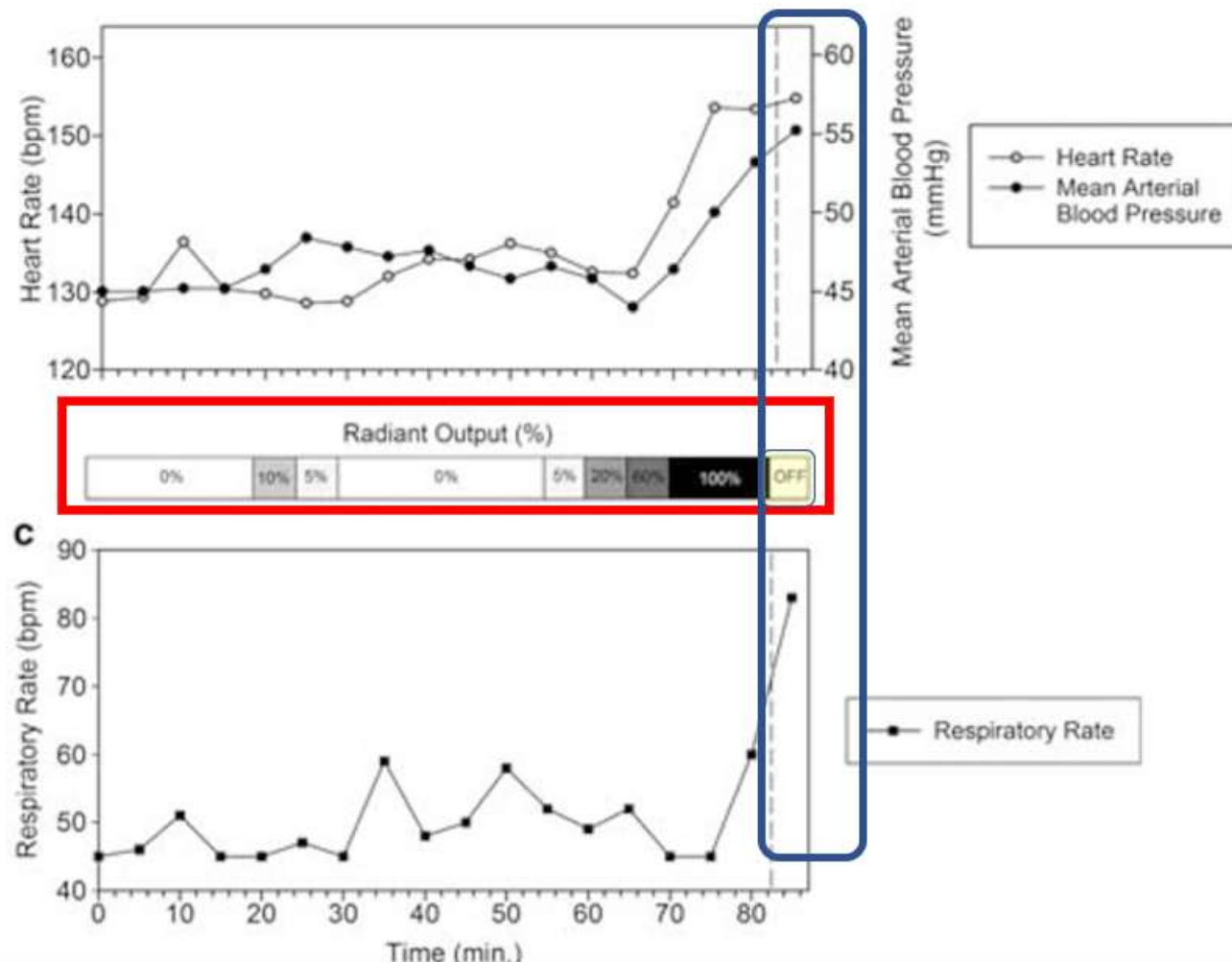
Gli incubatori





Accidental overheating of a newborn under an infant radiant warmer: a lesson for future use.

Y Molgat-Seon, T Daboval, S Chou & O Jay
J.Perinat. Vol. 33, 738–739 (2013)



Materassini riscaldanti



Fig 1 Heated, water filled mattress. The polyvinylchloride bag is filled with 10 l water. The temperature control unit is connected to the heating pad which is placed under the bag (right). Baby of 1500 g on the mattress, in a crib in the neonatal intensive care unit (left).



«HOSCO»
Hôpital Saint Camille
Ouagadougou
Burkina Faso

Trieste, 23 settembre 2021 - Dott. Fabio Uxa



The warm chain

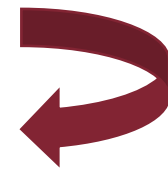
Frequente situazione di rischio è il trasporto, dalla sala parto al reparto, per trasferimento ad altra struttura, od alla dimissione :

- Tragitti spesso lunghi e con mezzi inadeguati
- Frequenti I trasferimenti dopo la nascita e non 'in utero'
- Da preferire se possibile il trasporto con 'pelle a pelle'

J Trop Pediatr. 2003 Apr;49(2):115-20.

Hypothermia on admission: a risk factor for death in newborns referred to the Pernambuco Institute of Mother and Child Health.

da Mota Silveira SM¹, Gonçalves de Mello MJ, de Arruda Vidal S, de Frias PG, Cattaneo A.



“Hypothermia on admission showed itself to be an important and independent risk factor for neonatal death.”

ATTENZIONE

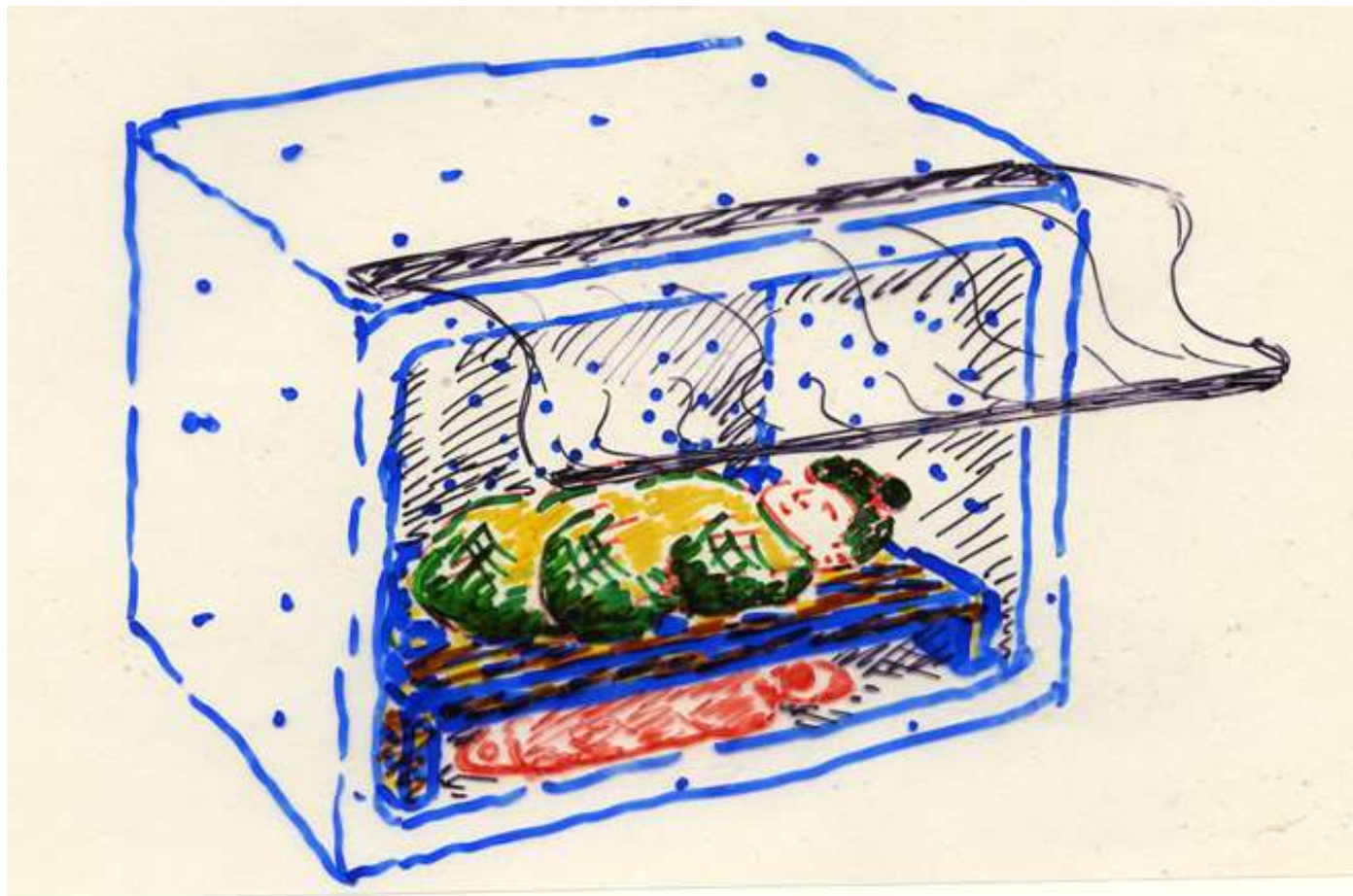
In molte culture, vi è l'uso di porre nella culla accanto al bambino oggetti molto caldi, ad esempio pietre, o contenitori d'acqua bollente.

Con questi metodi il rischio di necrosi profonde od estese ustioni è elevato.



Un esempio dall'
Himalaya Indiana :

Un incubatore da
trasporto ottenuto
riciclando uno scatolone
di polistirolo.





Hospital Central ed Maputo, Moçambique. 1986. F.Uxa

Boundy EO et al. Kangaroo Mother Care and Neonatal Outcomes: A Meta-analysis. Pediatrics 2016;137: e2 0152238

- 124 studies (63 RCTs)
- KMC compared to conventional care was associated with:
 - 36% lower mortality (95% CI: 11-54%)
 - 47% decreased risk of neonatal sepsis (95% CI: 17-66%)
 - 78% less hypothermia (95% CI: 59-88%)
 - 88% less hypoglycemia (95% CI: 68-95%)
 - 58% less hospital readmission (95% CI: 24-77%)
 - 50% more exclusive breastfeeding (95% CI: 26-78%)
- Newborns receiving KMC had lower mean respiratory rate and pain measures, and higher oxygen saturation, temperature, and head circumference growth.



<https://fundacioncanguro.co>

Fathers can effectively achieve heat conservation in healthy newborn infants

K. Christensson, ACTA PAEDIATRICA 1996

Lo scopo dello studio era confrontare le temperature ascellari e cutanee e l'adattamento metabolico in neonati sani, da parto cesareo elettivo a termine, che sono stati randomizzati per essere curati in

- (a) un'incubatrice,
- (b) una culla
- (c) pelle a pelle con il padre.

Sono stati studiati 44 bambini.

Fathers can effectively achieve heat conservation in healthy newborn infants

K. Christensson, ACTA PAEDIATRICA 1996

- L'aumento medio della **temperatura ascellare** è stato significativamente maggiore nei neonati curati pelle a pelle rispetto al gruppo curato in culla.
- L'aumento della **glicemia** è stato significativo nel gruppo pelle a pelle.
- I livelli di **catecolamine** a 120 minuti dopo la nascita erano tutti entro i limiti normali e non c'erano differenze tra i tre gruppi, suggerendo che nessuno dei gruppi era esposto a stress da freddo.
- È interessante notare che a **24 ore dalla nascita** la temperatura ascellare media era significativamente più alta nel gruppo pelle a pelle rispetto al gruppo incubatore.

Fathers can effectively achieve heat conservation in healthy newborn infants

K. Christensson, ACTA PAEDIATRICA 1996

« Si può concludere che i padri possono efficacemente conservare il calore dei loro figlioli, neonati sani, da parto cesareo, a termine. »



Dr. Fabio Uxa, Uzbekistan, (2008)

PEDIATRICS [2013]

OFFICIAL JOURNAL OF THE AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS

Pediatrics, 2013 Jul; 132(1): e128–e134.

doi: [10.1542/peds.2012-2030](https://doi.org/10.1542/peds.2012-2030)

PMCID: PMC3691528

PMID: [23733796](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23733796/)

Plastic Bags for Prevention of Hypothermia in Preterm and Low Birth Weight Infants

Alicia E. Leadford, MD,^a Jamie B. Warren, MD, MPH,^b Albert Manasyan, MD,^{a,c} Elwyn Chomba, MD,^d
Ariel A. Salas, MD,^a Robert Schelonka, MD,^b and Waldemar A. Carlo, MD^{a,c}

PEDIATRICS [2013]

OFFICIAL JOURNAL OF THE AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS

Pediatrics, 2013 Sep; 132(3): e656–e661.

doi: [10.1542/peds.2013-0172](https://doi.org/10.1542/peds.2013-0172)

PMCID: PMC3876758

PMID: [23979082](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23979082/)

Randomized Trial of Plastic Bags to Prevent Term Neonatal Hypothermia in a Resource-Poor Setting

Theodore C. Beisches, MD,^a Alyssa E. Tilly, MD,^a Tonya R. Miller, MD,^a Rohan H. Kambeyanda, MD,^a
Alicia Leadford, MD,^a Albert Manasyan, MD,^{a,b} Elwyn Chomba, MD,^{a,b,c} Manimaran Ramani, MD,^a
Namasivayam Ambalavanan, MD,^a and Waldemar A. Carlo, MD^{a,b}

“... Normothermal neonates: 59.2% (55 newborns) in the "plastic bags" group vs. 32.7% in the standard care group; RR 1.81 = P = 00.7).”

“...Data support the plastic bag as an inexpensive, effective, short-term intervention to reduce the rates of hypothermia in term infants that could be introduced in resource-poor settings because of its effectiveness and affordability. “

Seminars in Fetal and Neonatal Medicine 23 (2018) 333–339



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Seminars in Fetal and Neonatal Medicine

journal homepage: www.elsevier.com/locate/siny

Maintaining normothermia: Why and how?

Daniele Trevisanuto^{a,*}, Daniela Testoni^b, Maria Fernanda B. de Almeida^b

^a Department of Women's and Children's Health, Azienda Ospedaliera di Padova, University of Padua, Padua, Italy

^b Division of Neonatal Medicine, Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, Brazil



Interventions to prevent hypothermia at birth in preterm and/or low birth weight infants (Review)

McCall EM, Alderdice F, Halliday HL, Vohra S, Johnston L

Copyright © 2018 The Cochrane Collaboration. Published by John Wiley & Sons, Ltd.

L'evidenza, di una qualità moderata, mostra che l'uso di involucri o sacchetti di plastica rispetto alle cure di routine ha portato a temperature più elevate al ricovero in unità di terapia intensiva neonatale, in particolare per i neonati estremamente prematuri.

L'ipotermia può però essere un marker di altra patologia e di rischio di esiti per associazione piuttosto che per causalità.

I limiti di questa recensione includono piccoli numeri di studi identificati; campioni di piccole dimensioni; e variazioni nei metodi e nelle definizioni utilizzate per ipotermia, ipertermia, normotermia

> JAMA Pediatr. 2021 May 24;e210775. doi: 10.1001/jamapediatrics.2021.0775. Online ahead of print.

2021 May 24

Delivery Room Interventions for Hypothermia in Preterm Neonates: A Systematic Review and Network Meta-analysis

Thangaraj Abiramalatha ¹, Viraraghavan Vadakkencherry Ramaswamy ², Tapas Bandyopadhyay ³, Abdul Kareem Pullattayil ⁴, Sivam Thanigainathan ⁵, Daniele Trevisanuto ⁶, Charles C Roehr ⁷

Meaning In this study, **delivery room use of a plastic bag or wrap with a plastic cap or with heated humidified gas appeared to be the appropriate thermal care intervention for preterm neonates, ... associated with improved core body temperature** (with moderate certainty of evidence).



Negli ultimi anni decine di contributi che provano la correlazione tra ipotermia e NMR.

Nonostante ciò nella pratica clinica le indicazioni sono spesso disattese ...

e l'ipotermia non compare tra le cause di morte neonatale !

Lunze *et al.* *BMC Medicine* 2013, **11**:24
<http://www.biomedcentral.com/1741-7015/11/24>



RESEARCH ARTICLE

Open Access

The global burden of neonatal hypothermia: systematic review of a major challenge for newborn survival

Karsten Lunze^{1*}, David E Bloom², Dean T Jamison³ and Davidson H Hamer^{4,5}



Lunze et al. *BMC Medicine* 2013, **11**:24
<http://www.biomedcentral.com/1741-7015/11/24>

 **BMC Medicine**

 **RESEARCH ARTICLE** **Open Access**

The global burden of neonatal hypothermia:
systematic review of a major challenge for
newborn survival

Karsten Lunze^{1*}, David E Bloom², Dean T Jamison³ and Davidson H Hamer^{4,5}



In **Asia** hospital-based studies: Prevalence of hypothermia of **26% -85%**

In **Africa** hospital-based studies: Prevalence of hypothermia of **44% -85%**

Hypothermia associated with increased mortality, respiratory distress,
jaundice, hypoglycaemia

Weakness: Univocity in the definition of hypothermia and in the mode and time of measurement

Arch Pediatr Adolesc Med. 2010;164(7):650-656

Risk of Mortality Associated With Neonatal Hypothermia in Southern Nepal

Luke C. Mullany, PhD; Joanne Katz, ScD; Subarna K. Khatry, MD; Steven C. LeClerq, MPH;
Gary L. Darmstadt, MD; James M. Tielsch, PhD

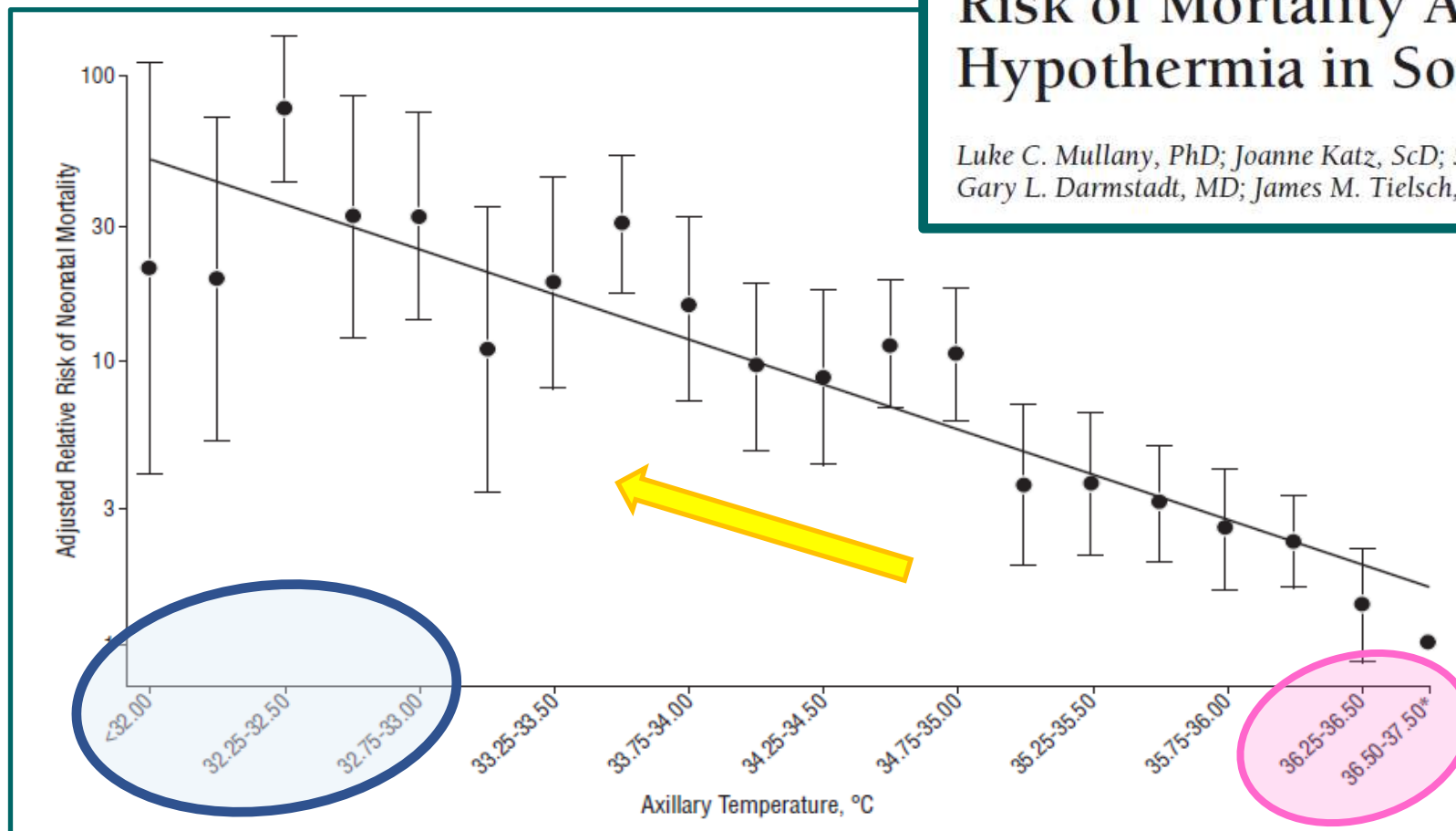
Adjusted mortality risk increased 80% (95% CI, 63%-100%) for each degree decrease of the axillary temperature, strongly associated with temperatures below 35.0°C (RR, 6.11; 95% CI, 3.98-9.38), and was substantially higher among preterm infants (RR, 12.02; 95% CI, 6.23-23.18] compared with full-term infants (RR, 3.12; 95% CI, 1.75-5.57). Relative risk was highest in the first 7 days, but remained elevated through 28 days.

Il rischio di mortalità è aumentato dell'80% per ogni grado di diminuzione della temperatura ascellare, ed è fortemente associato a temperature inferiori a 35,0°C, ed era sostanzialmente più alto tra i pretermine rispetto ai nati a termine.

Il rischio relativo era più alto nei primi 7 giorni, ma è rimasto elevato per 28 giorni.

Risk of Mortality Associated With Neonatal Hypothermia in Southern Nepal

Luke C. Mullany, PhD; Joanne Katz, ScD; Subarna K. Khatri, MD; Steven C. LeClerq, MPH;
Gary L. Darmstadt, MD; James M. Tielsch, PhD



Arch Pediatr Adolesc Med. 2010;164(7):650-656

Association between first temperature observed and mortality, adjusted for age and ambient temperature at measurement.
Error bars indicate 95% confidence interval; *normal temperature.

Association of Neonatal Hypothermia with Morbidity and Mortality in a Tertiary Hospital in Malawi

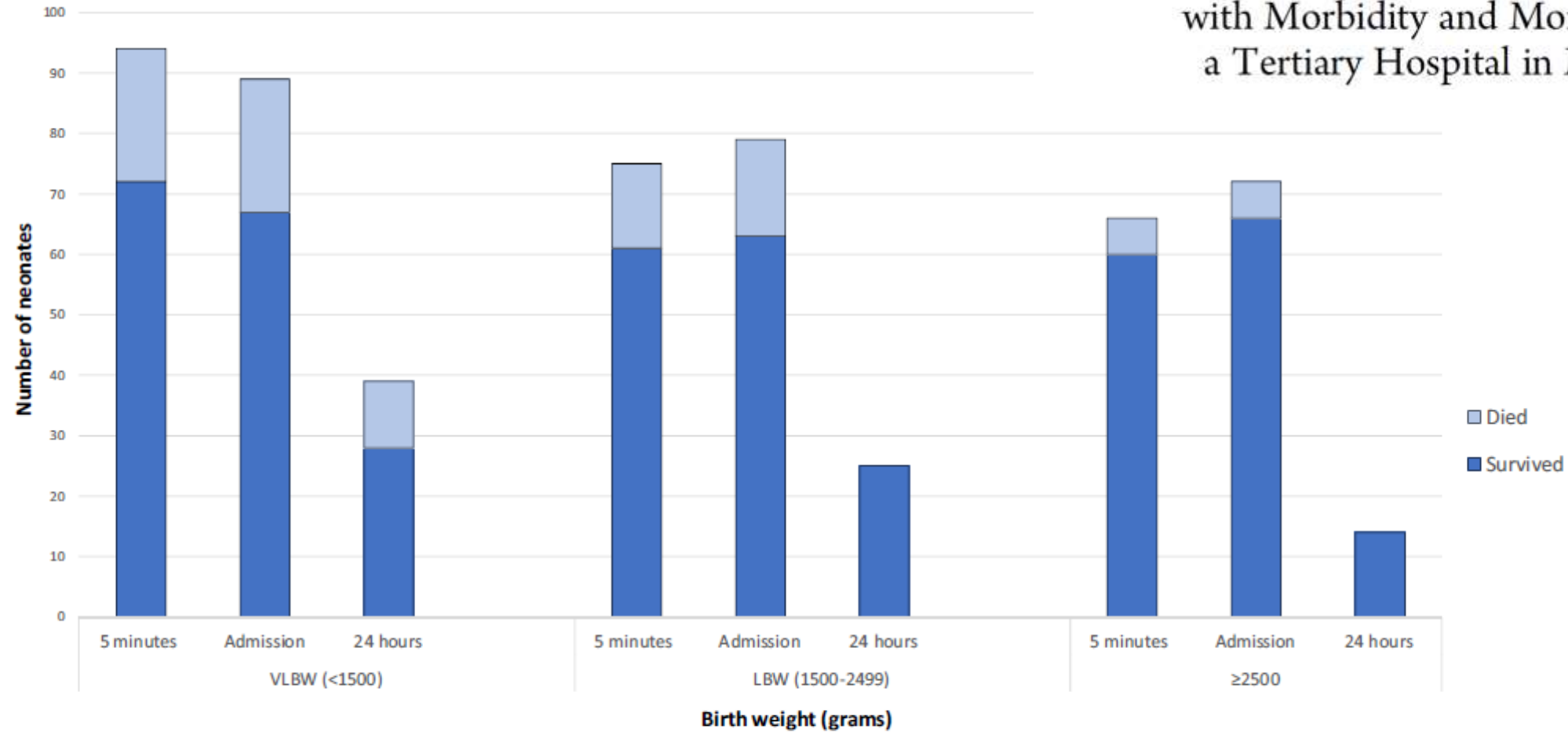


Fig. 1. Frequency of hypothermia at 5 min, on admission to NICU, and at 24 h, by birth weight, stratified by those that died vs. survived. LBW, low-birth weight; VLBW, very low-birth weight.

Bee et al. *Journal of Health, Population and Nutrition* (2018) 37:9
<https://doi.org/10.1186/s41043-018-0141-5>

Journal of Health, Population
and Nutrition

REVIEW ARTICLE

Open Access

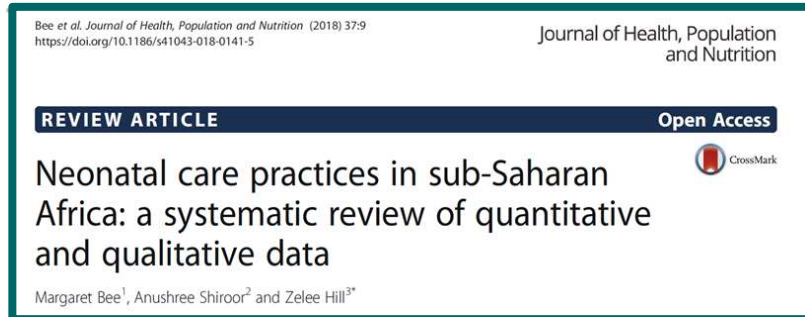
Neonatal care practices in sub-Saharan Africa: a systematic review of quantitative and qualitative data



Margaret Bee¹, Anushree Shiroor² and Zelee Hill^{3*}

The majority of studies included in this review came from five countries: Ethiopia, Ghana, Malawi, Tanzania and Uganda.

“The importance of keeping newborn babies warm was well recognized, although thermal care practices were sub-optimal.”



Fattori simili influenzano le pratiche in tutti i Paesi osservati:

- Asciugatura ritardata perché chi assiste al parto è concentrata sulla madre
- Bagno ai neonati subito dopo il parto per rimuovere ‘sporco’ e sangue
- Credenze negative sulla vernice caseosa
- Applicazione di sostanze al cordone per farlo cadere rapidamente
- Ritardato allattamento per la percezione di una mancanza di latte, o perché si ritiene che il bambino ha bisogno di dormire dopo il parto, o «non mostra segni di fame»

RESEARCH ARTICLE

BMC Pediatrics (**2020**) 20:148

Prevalence of neonatal hypothermia and its associated factors in East Africa: a systematic review and meta-analysis

Biruk Beletew^{1*}, Ayelign Mengesha¹, Mesfin Wudu¹ and Melese Abate²

In 12 studies from east Africa Countries, with 20,911 participants,
prevalence of neonatal hypothermia was found to be 57.2% (95%CI; 39.5–75.0).

Identified associated factors which significantly raises the risk of neonatal hypothermia.

Nighttime delivery (adjusted Odds Ratio = aOR) : 4.01

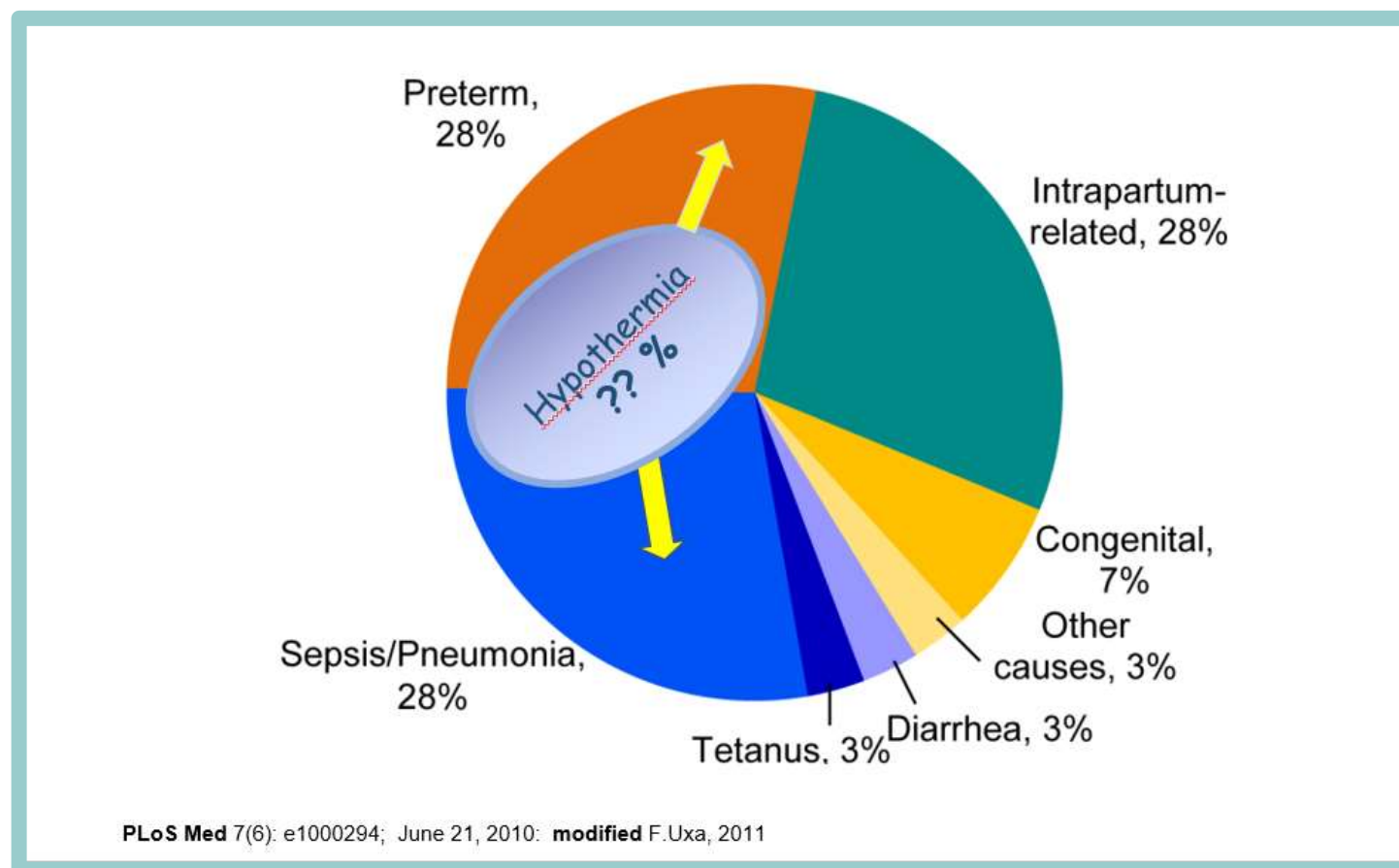
Being preterm (aOR) : 4.01

Delay in initiation of breastfeeding (aOR) : 2.83

Having neonatal health problem (aOR) : 2.68

Low birth weight (aOR) : 2.16

Causes of Neonatal Mortality in Sub-Saharan Africa



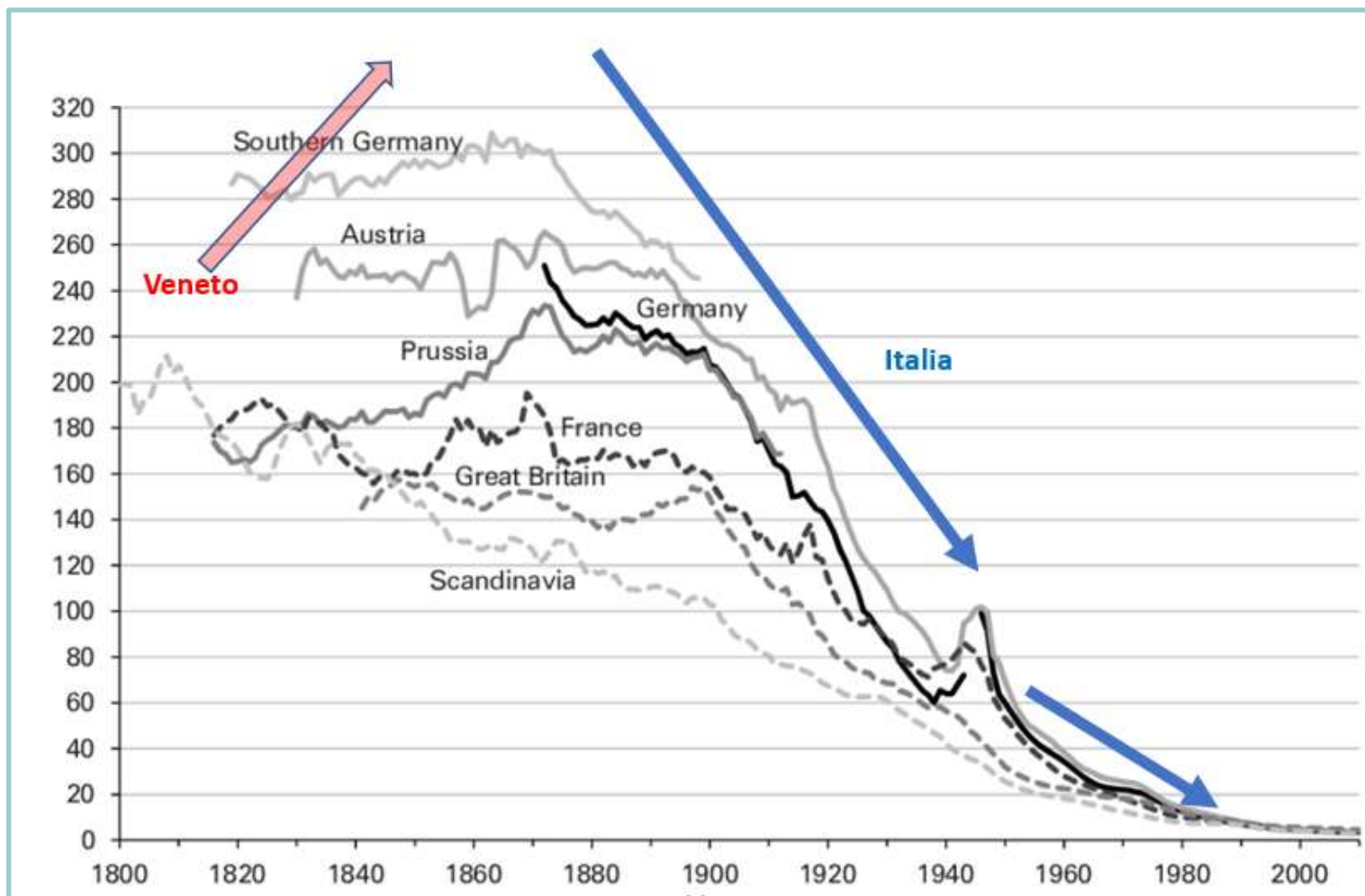
An analysis of extremely high 19th century winter neonatal mortality in a local context of northeastern Italy.

Gianpiero Dalla-Zuanna (University of Padua); Alessandro Rosina (Catholic University of Milan).

"European Journal of Population / Revue européenne de Démographie » 27, 1 (2010)

*« ... La mortalità infantile in Veneto nella prima metà del 19° secolo, aumentò da **250** e fino a **350**, uno dei più alti livelli mai registrati nell'Europa moderna. »*

«...Questo drammatico cambiamento, in un periodo di peggioramento delle condizioni economiche, era dovuto alle variazioni della mortalità neonatale invernale, che era 3-4 volte superiore in Veneto che in altre zone con temperature invernali simili (come l'Inghilterra). »



Mortalità Infantile in alcuni Paesi Europei, nel Veneto ed in Italia (anni 1800-2000)

An analysis of extremely high 19th century winter neonatal mortality in a local context of northeastern Italy.

Gianpiero Dalla-Zuanna (University of Padua); Alessandro Rosina (Catholic University of Milan).

"European Journal of Population / Revue européenne de Démographie » 27, 1 (2010)

Combinando i dati sulla mortalità neonatale con dati giornalieri sulle temperature nel periodo 1816-68 caratterizzato da altissima mortalità neonatale, troviamo che il rischio di la morte è stata particolarmente intenso durante la prima settimana di vita e fortemente correlato con la temperatura minima ambientale.

Tale aumento della mortalità neonatale invernale potrebbe essere stato principalmente causato dal deterioramento delle condizioni fisiche delle madri, diminuendo la "qualità" dei bambini che di conseguenza erano maggiormente suscettibili alle basse temperature.

