

## 令和5年乳幼児身体発育調査を利用した発育曲線の比較による 母乳栄養児と人工乳栄養児の体格の差異の評価

研究分担者 盛一 享徳（国立成育医療研究センター研究所小児慢性特定疾病情報室）

### 研究要旨

【目的】令和5年乳幼児身体発育調査データを利用して母乳栄養児と人工乳栄養児の体格の差異を評価することを目的とした。

【方法】母乳栄養児と人工乳栄養児（母乳よりも人工乳をより多く与えられていると考えられたもの）の二群について、LMS法による発育曲線を作成し体格の違いを評価した。

【結果】母乳栄養児は人工乳栄養児と比較し、男女とも身長、体重は2歳半頃までは小さい傾向にあったが、2歳半頃には両者の差はなくなり、その後の体格の伸びは同様であった。頭囲については、母乳栄養児と人工乳栄養児との間に差は認められなかった。2000年日本標準値との比較でも、両群とも2歳半以降は標準値とほぼ同等であった。

【結論】母乳栄養児は人工乳栄養児と比較して、2歳半頃までは体格が小さくなる傾向があったが、それ以降は両群に差は認められなかった。

### A. 研究目的

これまで栄養法の違いによる乳幼児の発育の違いに関する報告がいくつかなされており、母乳栄養児は人工乳栄養児と比べ、2～3歳において体格が小さいとされている<sup>1)4)</sup>。近年は母乳栄養の重要性が認識される一方、共働き世帯の増加等により、完全母乳栄養児の割合はやや減少している<sup>5)</sup>。昨年度は平成22年乳幼児身体発育調査のデータを用いて、母乳栄養児と人工乳栄養児の体格を比較したが、今回は令和5年乳幼児身体発育調査データを利用し、直近の状況について検討した。

### B. 方法

令和5年乳幼児身体発育調査における病院調査と一般調査の体格測定値を利用し、身長、体重、頭囲について、①母乳栄養のみ

の群、②人工乳の割合が多い群（人工乳の頻度が母乳の頻度の2倍を超える）について、それぞれ発育曲線を作成し、両群を比較した。さらに、③平成12（2000）年調査データをもとにした標準発育曲線とも比較した。

分析への組み入れは、病院調査については、1か月健診時の栄養法において全て母乳のみであった者を「母乳群」、人工乳のみであった者を「人工乳群」に振り分けた。混合栄養の者は母乳と人工乳の割合が不明であったため除外した。一般調査については、0から24か月までの間与えていた乳汁の種類と回数について、人工乳を与えていたと一度も回答していない者を「母乳群」、母乳と人工乳との回数を比較し、人工乳の回数が母乳の回数の2倍を超えていた者または人工乳のみであった者を「人工乳群」とし、

人工乳の回数が母乳の回数の比が 2 倍以下の者は除外した。

発育曲線は、GAMLSS package in R<sup>®</sup>にて LMS 法<sup>7)</sup>により作成し、ブートストラップ法を 2000 回実施することにより、OSD 値の 95%信頼区間を推定した。

## C. 結果

### 解析対象

一般調査の全レコード 6,892 例のうち、哺乳履歴の記載不備 27 例、体格に影響を及ぼす疾病あり 27 例を除き、母乳のみ摂取の 1,873 例を「母乳群」に、人工乳のみ摂取の 306 例および人工乳と母乳の摂取回数比が 2 を超えていた 1,412 例を「人工乳群」とした。病院調査の全レコード 4,306 例のうち、哺乳履歴の記載不備 5 例、体格に影響を及ぼす疾病あり 8 例を除き、母乳のみ摂取の 1,099 例を「母乳群」に、人工乳のみを摂取の 507 例を「人工乳群」に組入れた。最終的に母乳群 2,972 例（男：1,485 例、女：1,487 例）、人工乳群 2,225 例（男：1,159 例、女 1066 例）が解析対象となった。

### 1. 身長軌跡

男女ともに母乳群と人工乳群との間に大きな差は認められなかった（図 1a、1b）。生後 6 か月から 30 か月までの間は、人工乳群の方が、母乳群よりも身長がやや大きい傾向であったが、30 か月以降は同等となった（図 2a、図 2b）。女子の 21 か月時点のみ 95%信頼区間の重なりがなく、有意に人工乳群の方が身長が大きかったが、男女とも 30 か月の時点で差はなくなっていた。

2000 年標準曲線との比較では、男女とも 30 か月までは 2000 年標準曲線よりもやや小さい傾向であったが、30 か月以降は標準曲線と同等に推移した（図 3a、図 3b）。

### 2. 体重軌跡

男女とともに人工乳群の方が、母乳群より体重が大きめで推移した（図 4a、4b）。男子は、生後 9 か月以降、女子では生後 6 か月頃から 30 か月程度まで差が認められ、男女ともに 21 か月時点で 95%信頼区間の重なりがなく、有意に人工乳群の方が大きかった（図 5a、5b）。その後は両群の差はほとんどなくなった。

2000 年標準曲線との比較では、男女とも標準曲線よりやや小さく推移していた（図 6a、6b）。

### 3. 頭囲軌跡

男女ともに頭囲については、母乳群、人工乳群ともに差は認められなかった（図 7a、7b）。また 2000 年標準曲線との比較でも差は認められなかった（図 8a、8b）。

## D. 考察

令和 5 年乳幼児身体発育調査のデータを用いて、母乳栄養児と人工乳栄養児の体格の違いを評価した。その結果、人工乳栄養児の方が、2 歳半までは母乳栄養児よりも体格がやや大きく、とくに体重がより重い傾向があるが、2 歳半以降にその差は無くなることが分った。また頭囲には両群に差が無いことが分った。

前回報告における平成 22 年調査データの分析<sup>8)</sup>と同様に、母乳栄養児は 3 歳ごろまでは、男女とも体格がやや小さいが、3 歳以降は標準値に追いつき順調な発育をすることが分った。2 歳を過ぎると母乳栄養児と人工乳栄養児の体格差は無くなるとされおり<sup>9)</sup>、本研究も同様の結果であった。IPC の概念からすると、2 歳ごろまでは乳児期の栄養状況に依存した成長を示し、3 歳以降は成長ホルモンの分泌に従った成長に移

行することから<sup>9)</sup>、2歳半から3歳頃に母乳栄養児と人工栄養児の差が無くなることは、人工栄養児の方が栄養摂取量が多かったと説明できるかもしれない<sup>1)</sup>。頭囲の成長は知的発達と関係するが<sup>10)</sup>、いずれの栄養法でも頭囲の成長には全く差は認められなかった。

完全母乳栄養児に関する以前の日本の報告では、生後24か月まで男女とも身長、体重は標準曲線よりも小さく、頭囲は小さくなかった<sup>11)</sup>。この報告は、本研究で用いた発育曲線とは異なる方法で作成された発育曲線を用いて評価が行われているので、単純比較ができないが、身長および体重の出生時点の分析対象の50%tile値が、標準曲線の50%tile値よりも小さいことから、評価集団として標準曲線よりも小さな集団を評価していた可能性がある。本研究は、母乳栄養児と人工栄養児の発育について、LMS法による発育曲線を比較した初めての報告である。

本研究は、乳幼児身体発育調査の特性による限界がある。一つ目は、本研究で定義された母乳栄養は、exclusive breast-feedingの定義には該当していない。これは乳幼児身体発育調査の項目には、母乳と人工乳以外の摂取内容に関する情報が無いためである。また本研究における人工栄養の定義についても、完全に人工乳のみを与えたという回答例が少なく、十分な分析が行えなかったことから、一般調査の対象者については、母乳の人工乳との摂取頻度が2倍超という定義を用いた。実際の人工乳の摂取量が分からないため、人工乳の影響を過小評価している可能性がある。

本研究は横断的データを利用した発育曲線による比較であるため、過去の報告における縦断データによる結果とは直接比較す

ることは難しいが、集団全体の傾向として、母乳栄養児の方が人工乳栄養児より、体重が軽くなる傾向があるという、これまでの報告と同様の結果が得られたと考えられた。

## E. 結論

令和5年乳幼児身体発育調査データを元に、母乳栄養児と人工乳栄養児の横断的発育曲線を比較し、生後6か月から2歳半頃までは母乳栄養児の方が身長、体重が小さい傾向にあることが分った。しかし2歳半以降は、母乳栄養児と人工乳栄養児に体格の差は無くなることから、母乳栄養児の体格フォローの際には、この点を留意する必要があるだろう。

## F. 健康危機情報

なし

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 学会発表

なし

## H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

## 参考文献

1. Dewey KG. Growth characteristics of breast-fed compared to formula-fed infants. *Biol Neonate*. 1998;74(2):94-105.
2. Dewey KG, Peerson JM, Brown KH, et al. Growth of breast-fed infants deviates from current reference data: A pooled analysis of US, Canadian, and European data sets. *Pediatrics*. 1995;96(3 I):495-503.
3. Yoneyama K, Nagata H, Asano H.

- Growth of Japanese breast-fed and bottle-fed infants from birth to 20 months. *Annals of human biology*. 1994;21(6):597-608.
4. 加藤則子. 【母子保健の最近の話題】乳幼児の発育と栄養法等に関する最近の知見. *公衆衛生研究*. 1998;47(3):226-36.
  5. こども家庭庁. 令和 5 年乳幼児身体発育調査「調査結果の概要」2024.
  6. Stasinopoulos M, Rigby R, Heller G, et al. *Flexible Regression and Smoothing : Using GAMLSS in R*. 1st Edition ed. New York: Chapman and Hall/CRC; 2017.
  7. Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: The LMS method and penalized likelihood. *Statistics in Medicine*. 1992;11(10):1305-19.
  8. 盛一享徳. 平成 22 年乳幼児身体発育調査を利用した発育曲線の比較による母乳栄養児と人工乳栄養児の体格の差異の評価. こども家庭科学研究費補助金「乳幼児の発育・発達、栄養状態の簡易な評価手法の検討に関する研究」班分担報告書 2024.
  9. Karlberg J, Engstrom I, Karlberg P, Fryer JG. Analysis of linear growth using a mathematical model. I. From birth to three years. *Acta Paediatrica Scandinavica*. 1987;76:478-88.
  10. Gale CR, O'Callaghan FJ, Bredow M, Martyn CN. The influence of head growth in fetal life, infancy, and childhood on intelligence at the ages of 4 and 8 years. *Pediatrics*. 2006;118:1486-92.
  11. Tanaka H, Ishii H, Yamada T, Akazawa K, Nagata S, Yamashiro Y. Growth of Japanese breastfed infants compared to national references and World Health Organization growth standards. *Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics*. 2013;102:739-43.

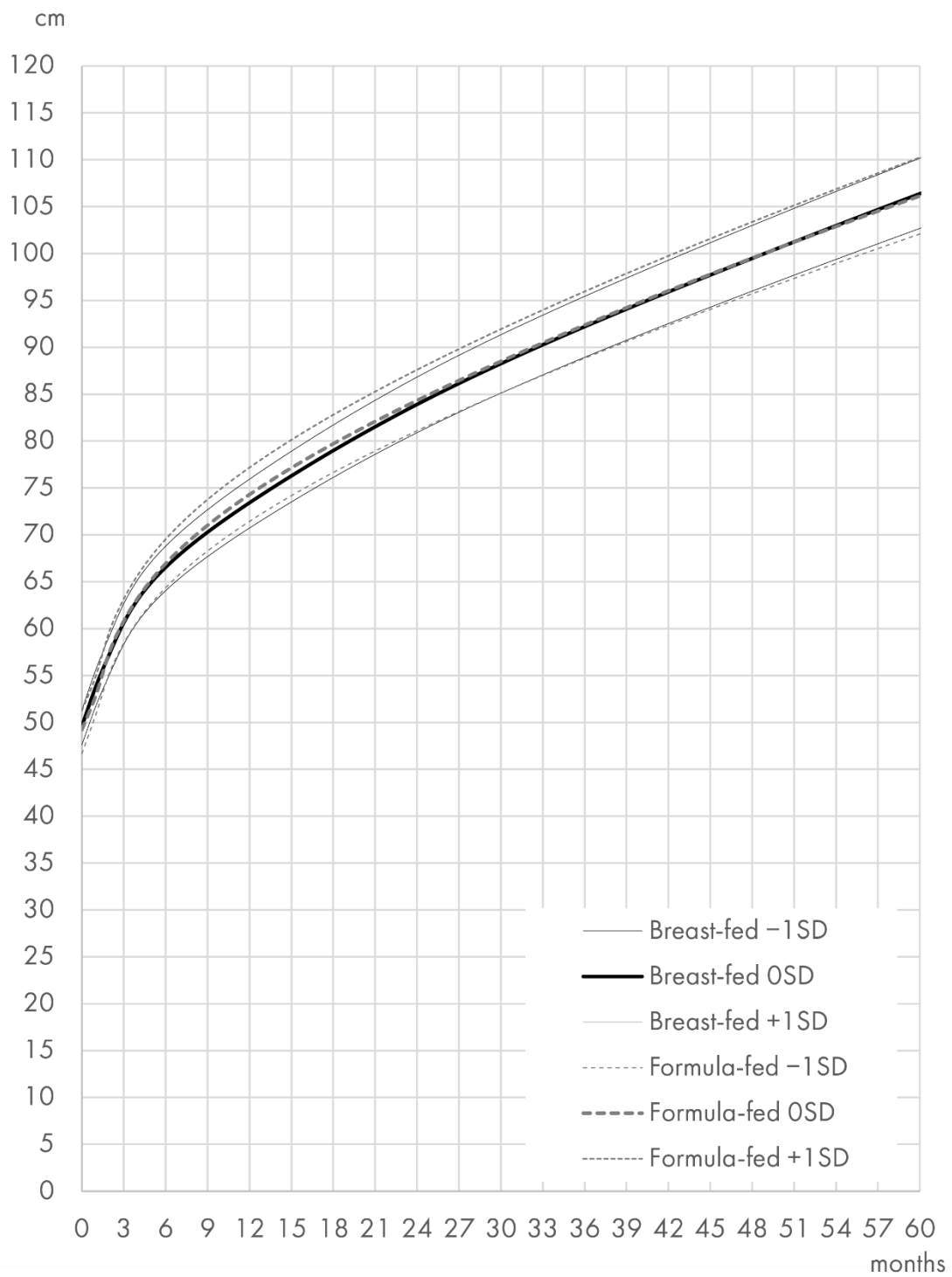


図 1a. 栄養法別の発育曲線 (男子、身長)  
 Breast-fed : 母乳群, Formula-fed : 人工乳群

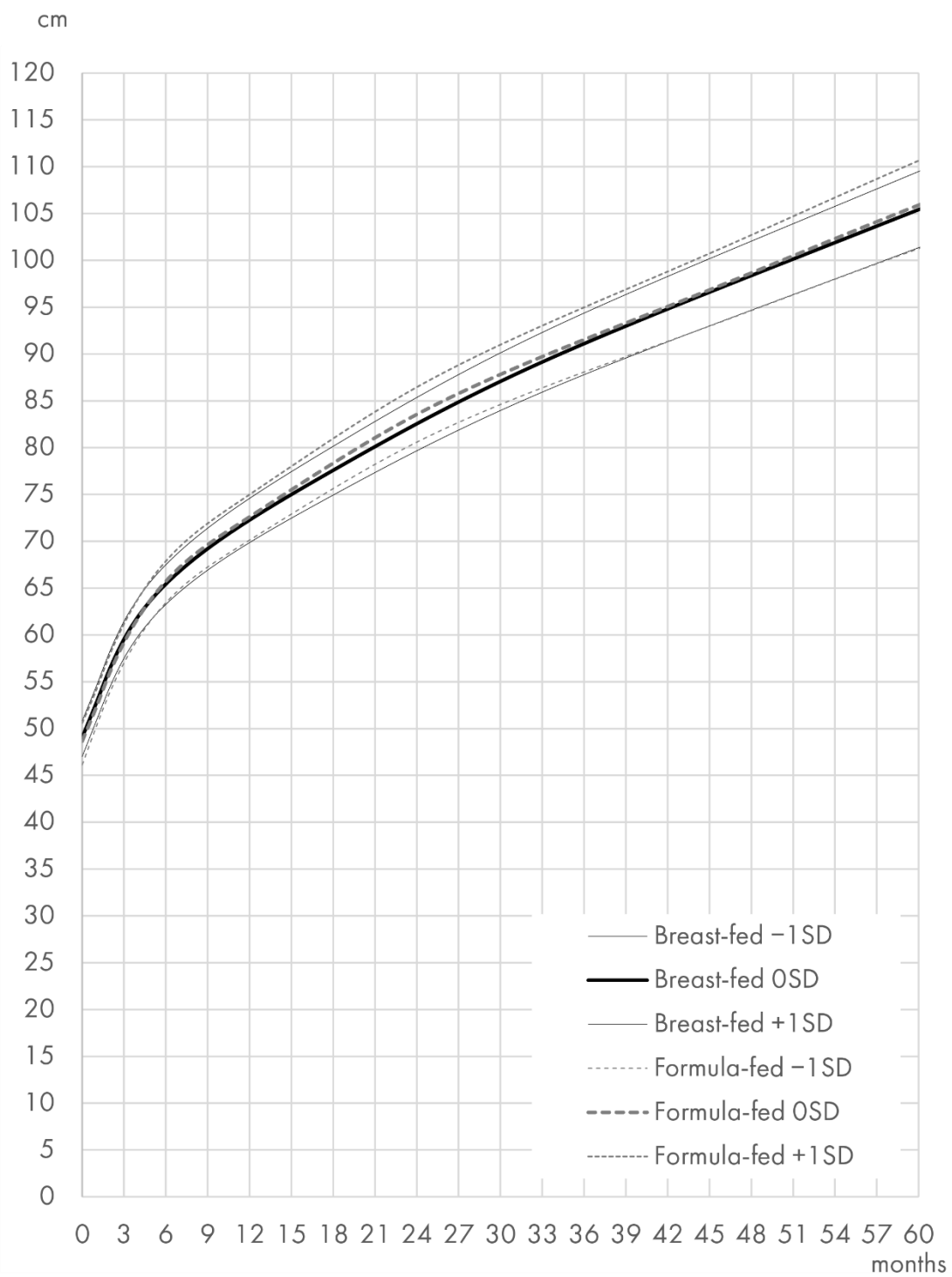


図 1b. 栄養法別の発育曲線 (女子、身長)  
 Breast-fed : 母乳群, Formula-fed : 人工乳群

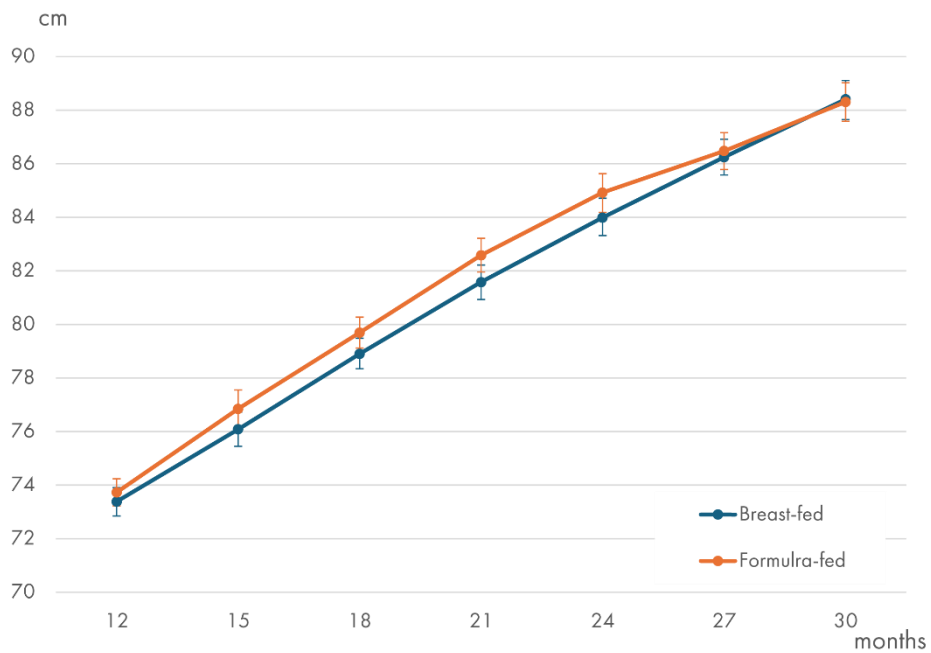


図 2a. 母乳栄養と人工乳栄養の体格の比較（男子、身長）

Breast-fed：母乳群，Formula-fed：人工乳群（誤差範囲は95%信頼区間を示す）

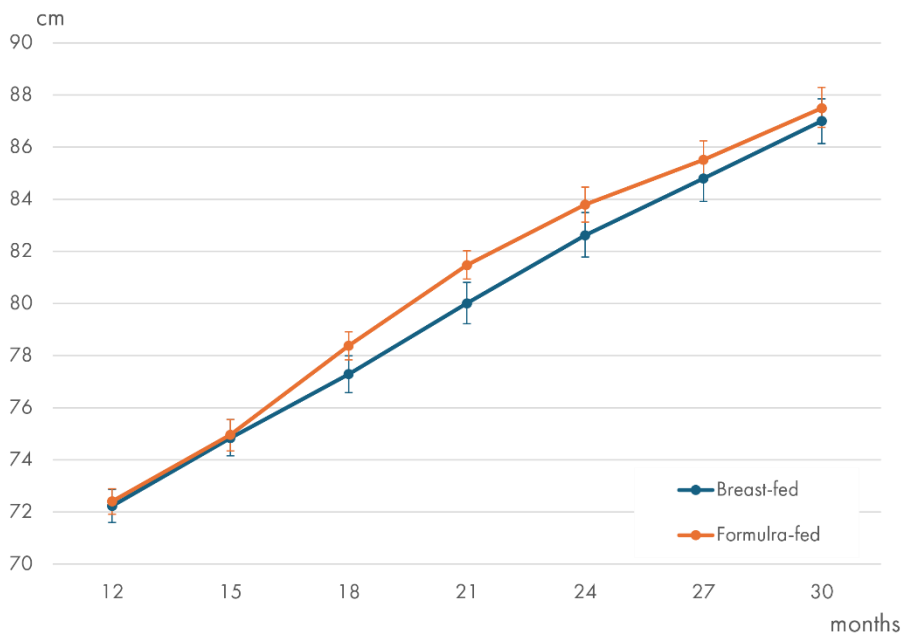


図 2b. 母乳栄養と人工乳栄養の体格の比較（女子、身長）

Breast-fed：母乳群，Formula-fed：人工乳群（誤差範囲は95%信頼区間を示す）

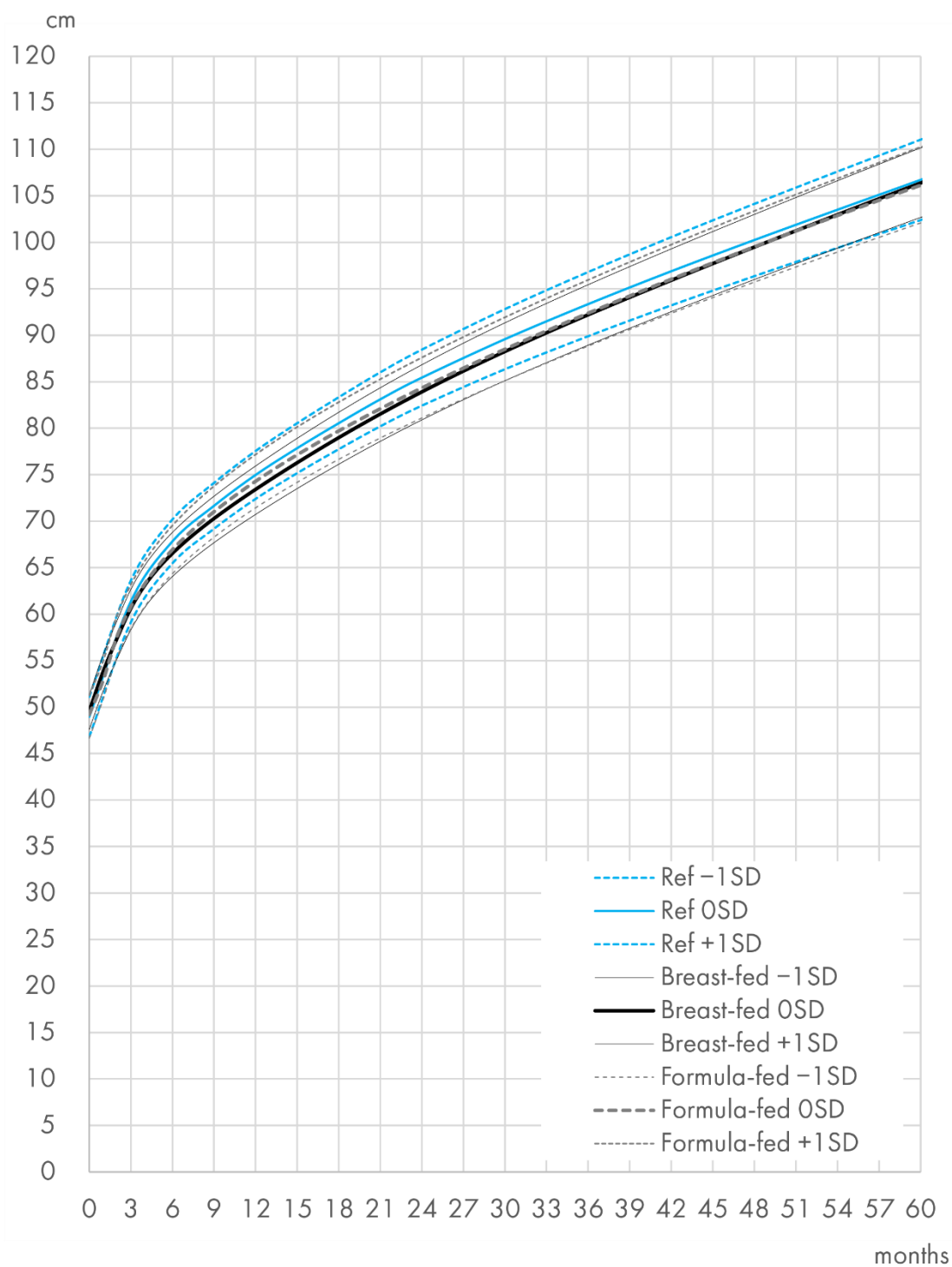


図 3a. 栄養法別の発育曲線と平成 12 (2000) 年標準発育曲線 (男子、身長)

Ref : 標準発育曲線, Breast-fed : 母乳群, Formula-fed : 人工乳群

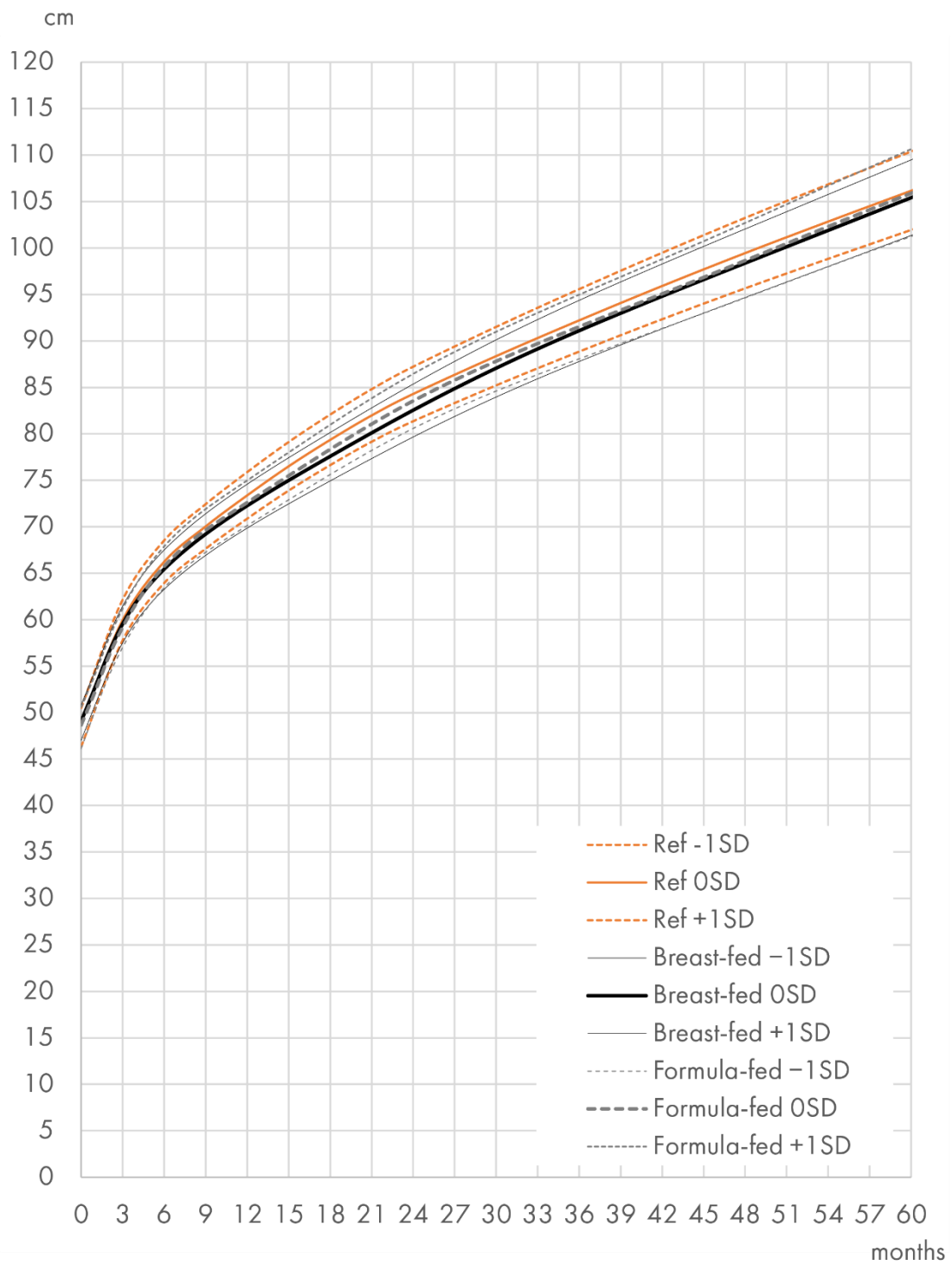


図 3b. 栄養法別の発育曲線と平成 12 (2000) 年標準発育曲線 (女子、身長)

Ref : 標準発育曲線, Breast-fed : 母乳群, Formula-fed : 人工乳群

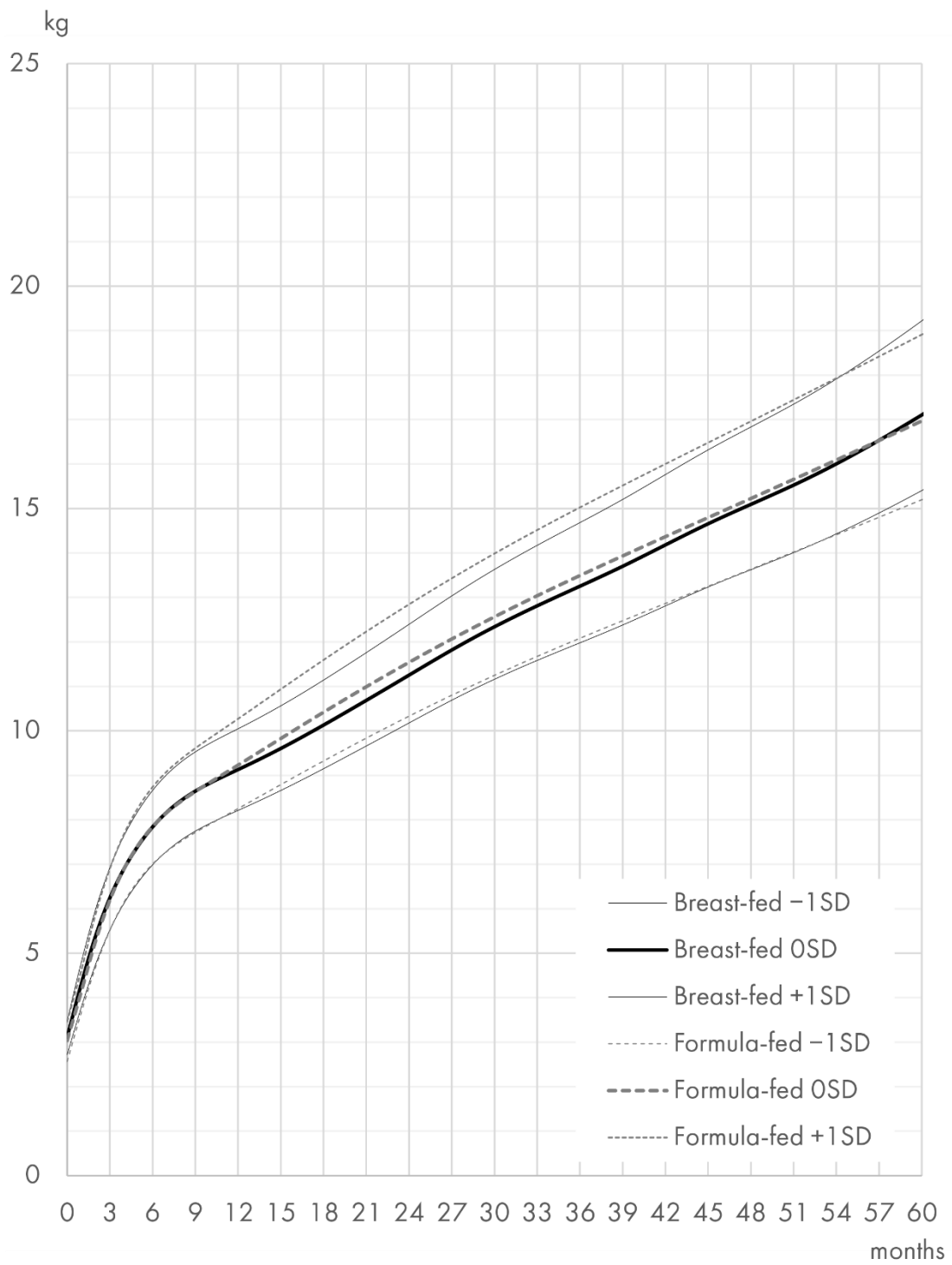


図 4a. 栄養法別の発育曲線と (男子、体重)  
 Breast-fed : 母乳群, Formula-fed : 人工乳群

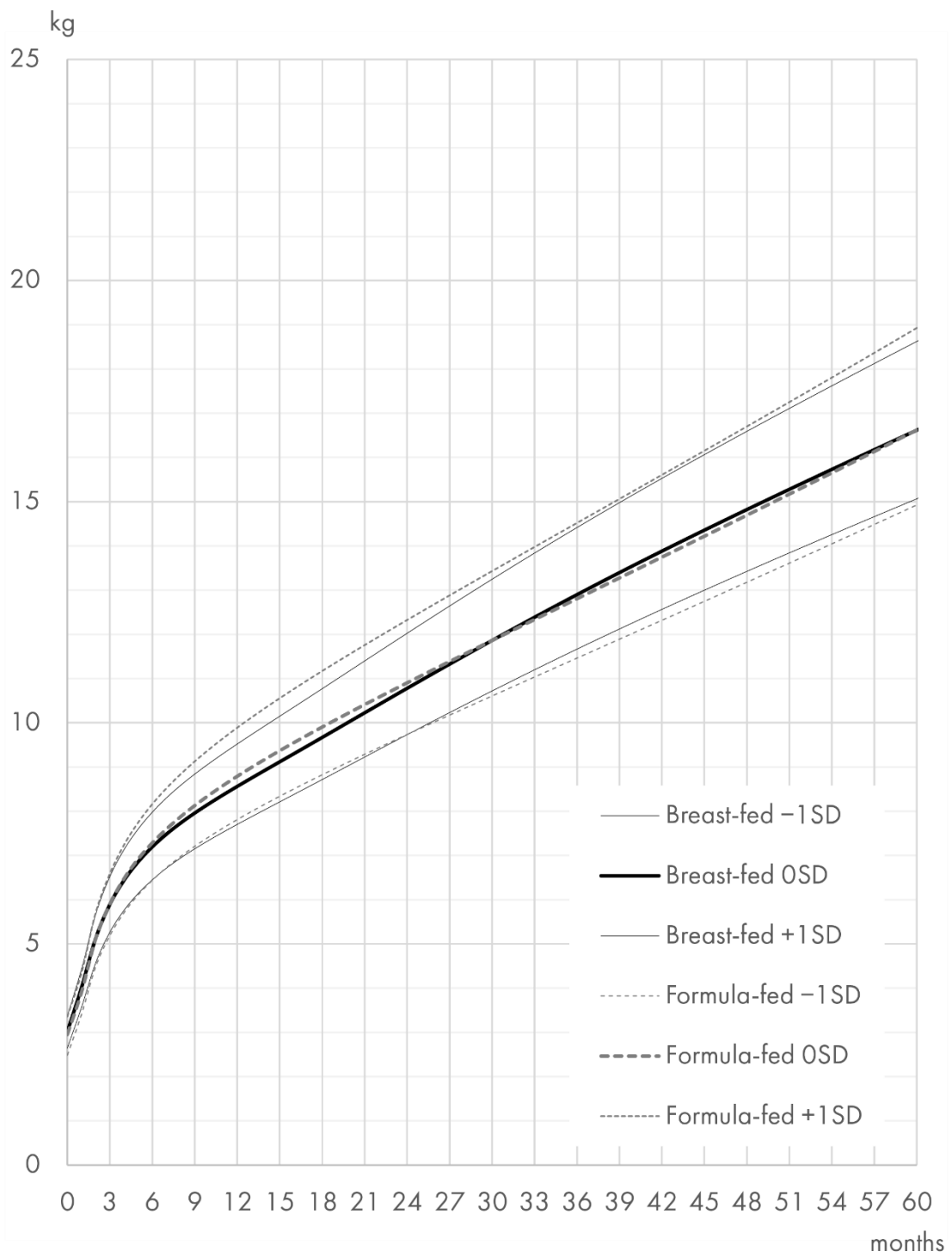


図 4b. 栄養法別の発育曲線と (女子、体重)  
 Breast-fed : 母乳群, Formula-fed : 人工乳群

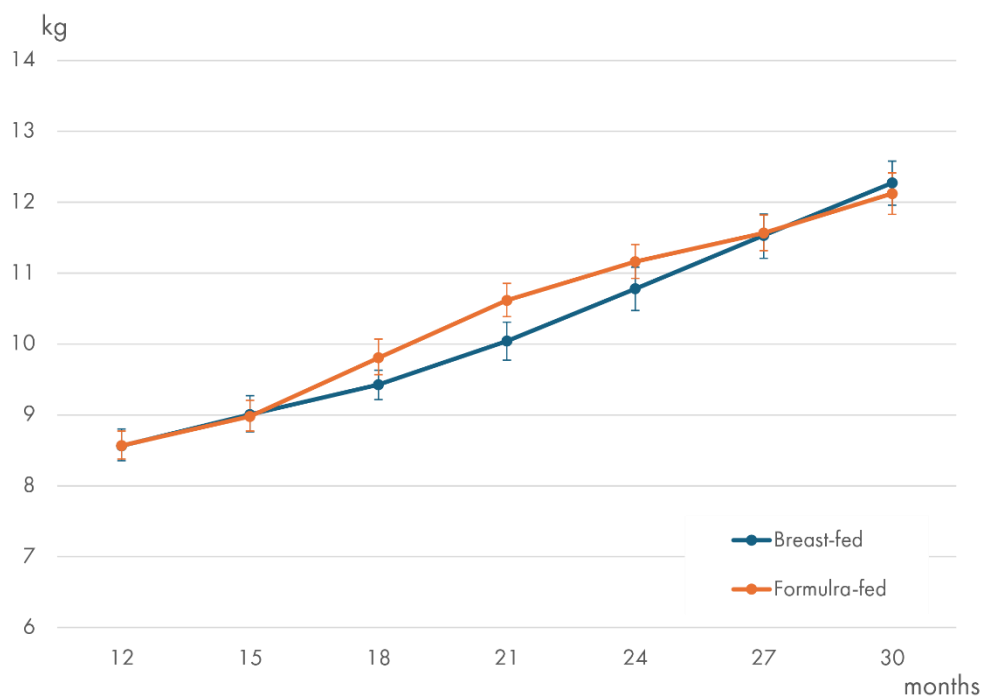


図 5a. 母乳栄養と人工乳栄養の体格の比較 (男子、体重)

Breast-fed : 母乳群, Formula-fed : 人工乳群 (誤差範囲は 95%信頼区間を示す)

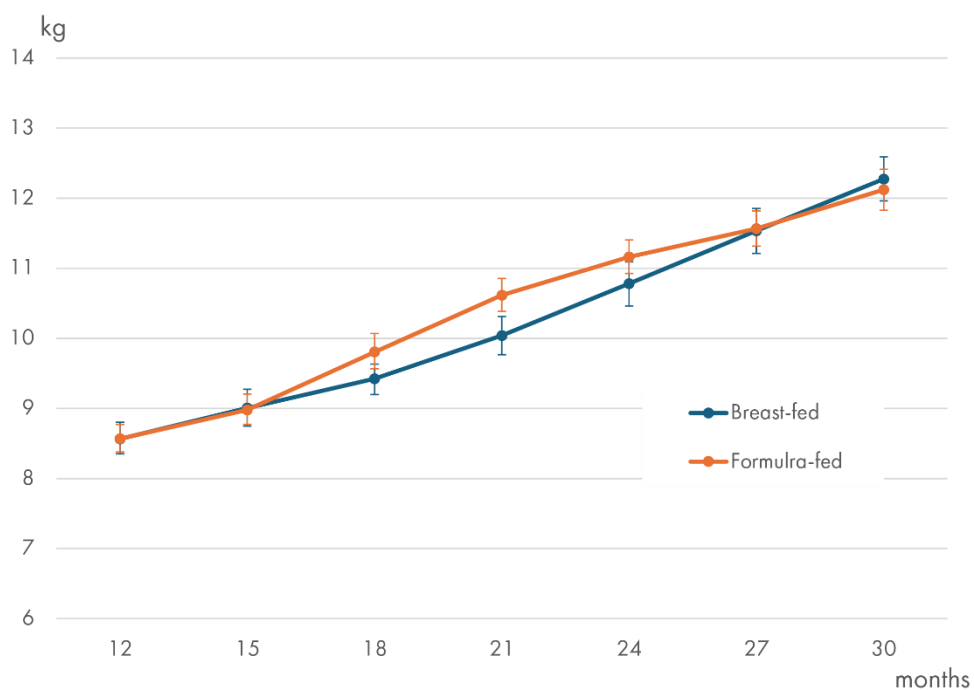


図 5b. 母乳栄養と人工乳栄養の体格の比較 (女子、体重)

Breast-fed : 母乳群, Formula-fed : 人工乳群 (誤差範囲は 95%信頼区間を示す)

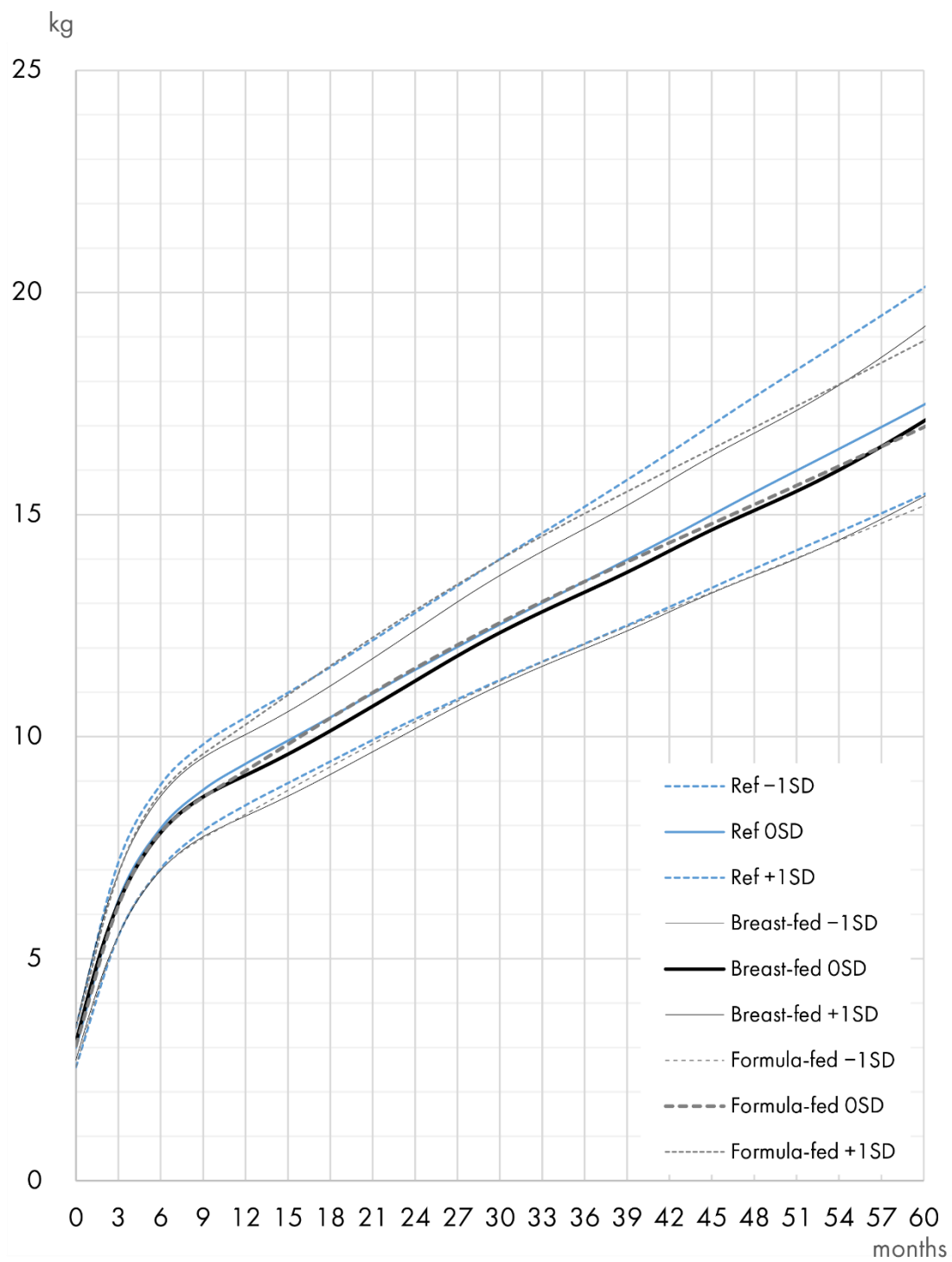


図 6a. 栄養法別の発育曲線と平成 12 (2000) 年標準発育曲線 (男子、体重)

Ref : 標準発育曲線, Breast-fed : 母乳群, Formula-fed : 人工乳群

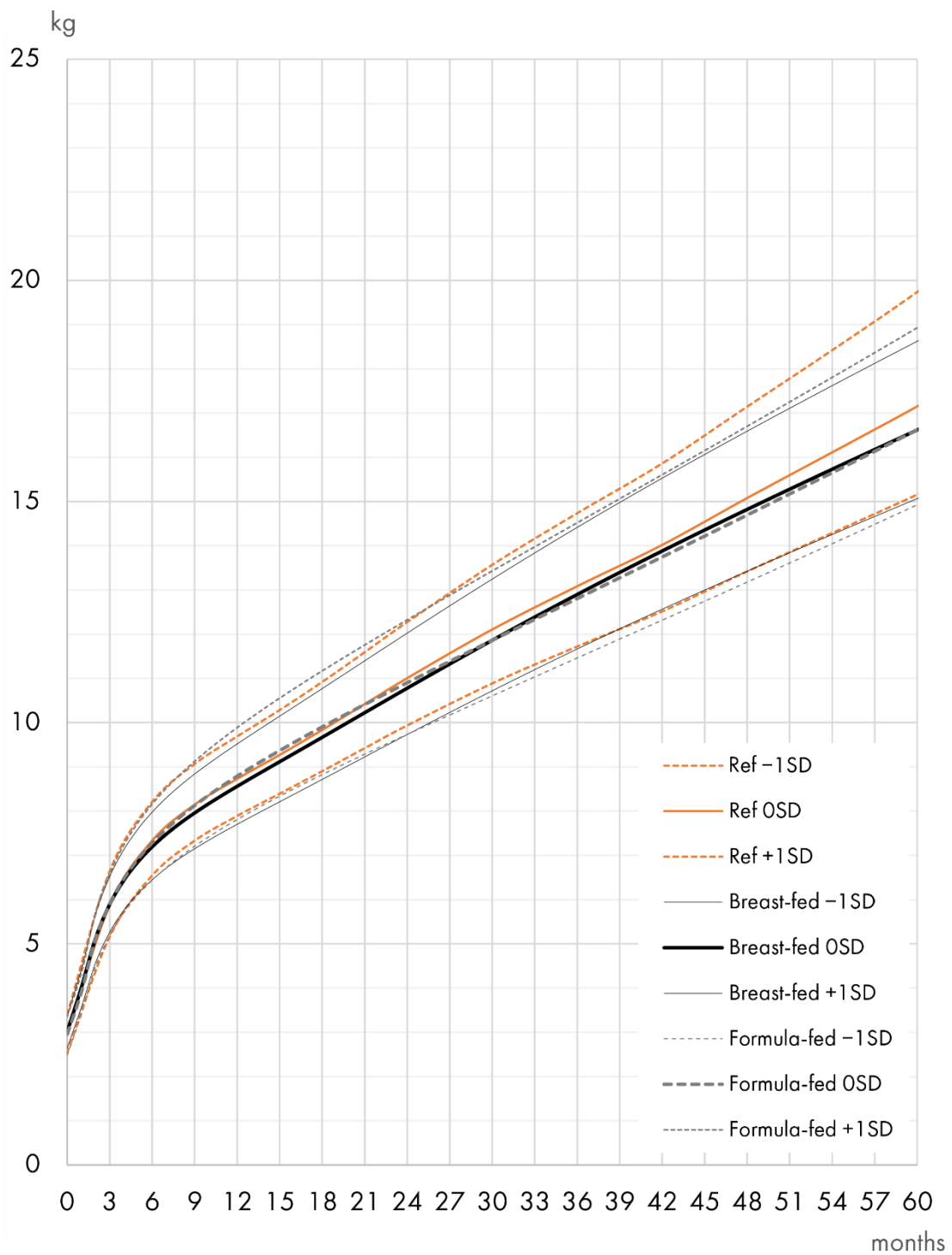


図 6b. 栄養法別の発育曲線と平成 12 (2000) 年標準発育曲線 (女子、体重)

Ref : 標準発育曲線, Breast-fed : 母乳群, Formula-fed : 人工乳群

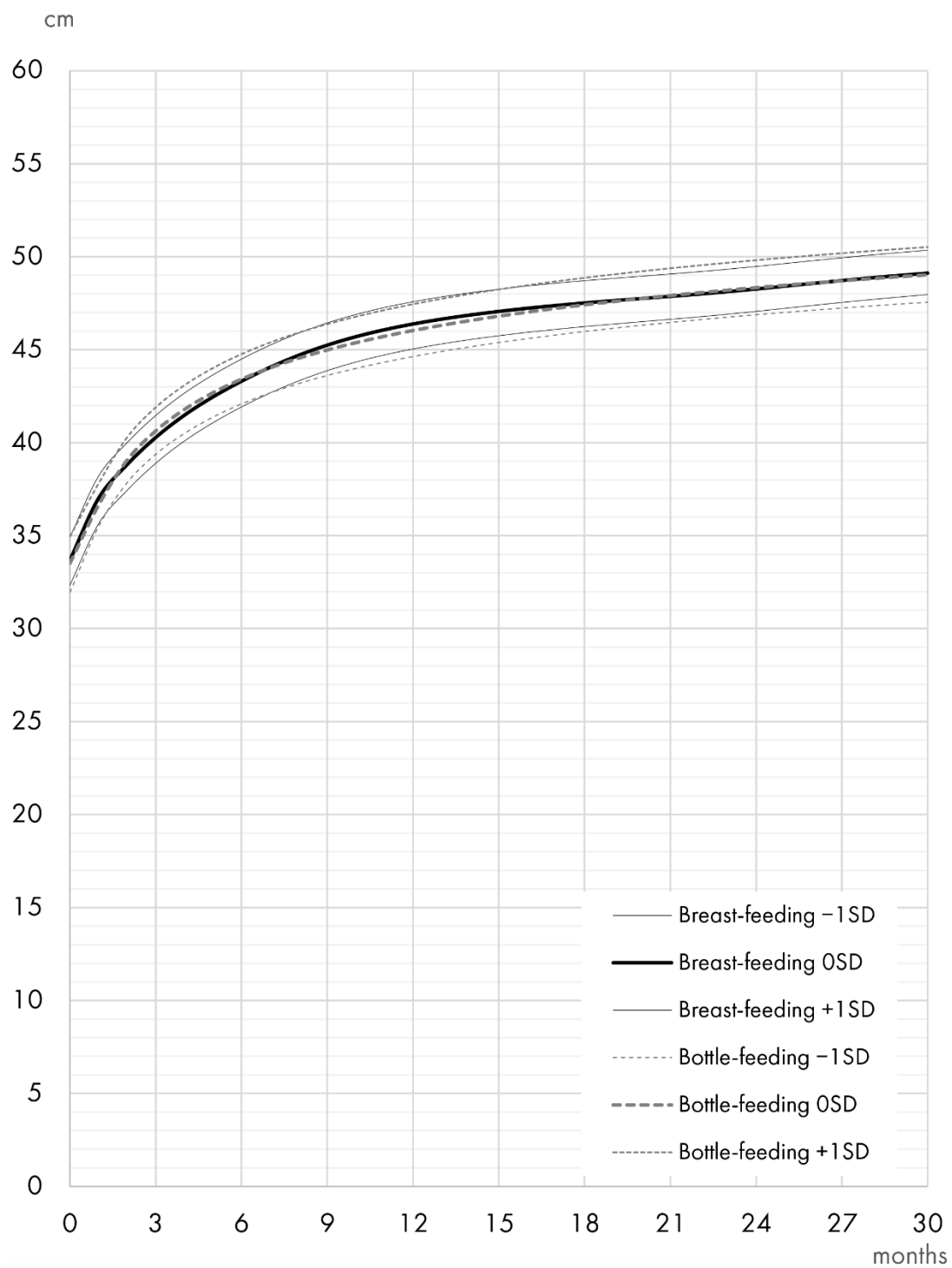


図 7a. 栄養法別の発育曲線と (男子、頭囲)  
 Breast-fed : 母乳群, Formula-fed : 人工乳群

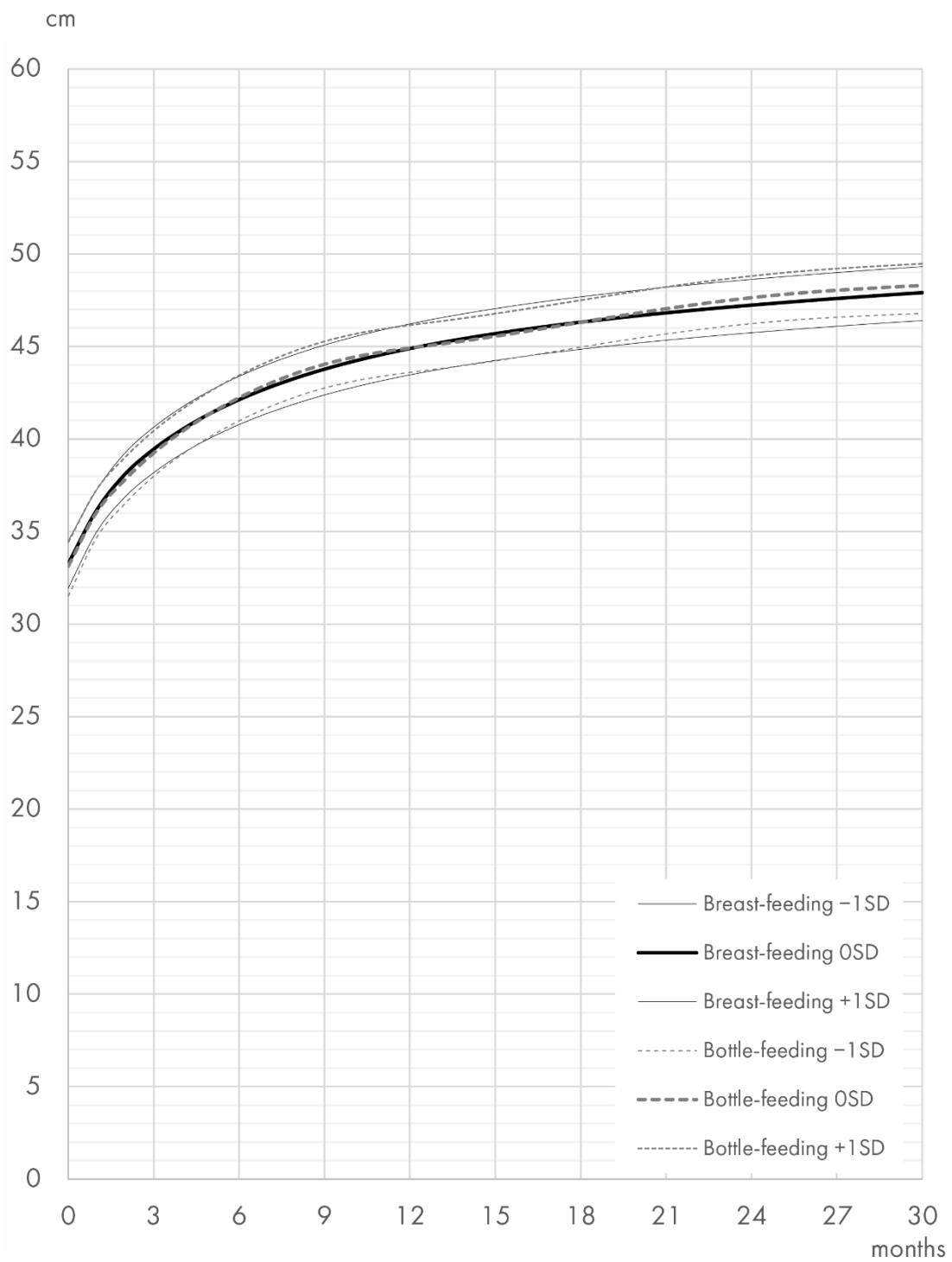


図 7b. 栄養法別の発育曲線と (女子、頭囲)  
 Breast-fed : 母乳群, Formula-fed : 人工乳群

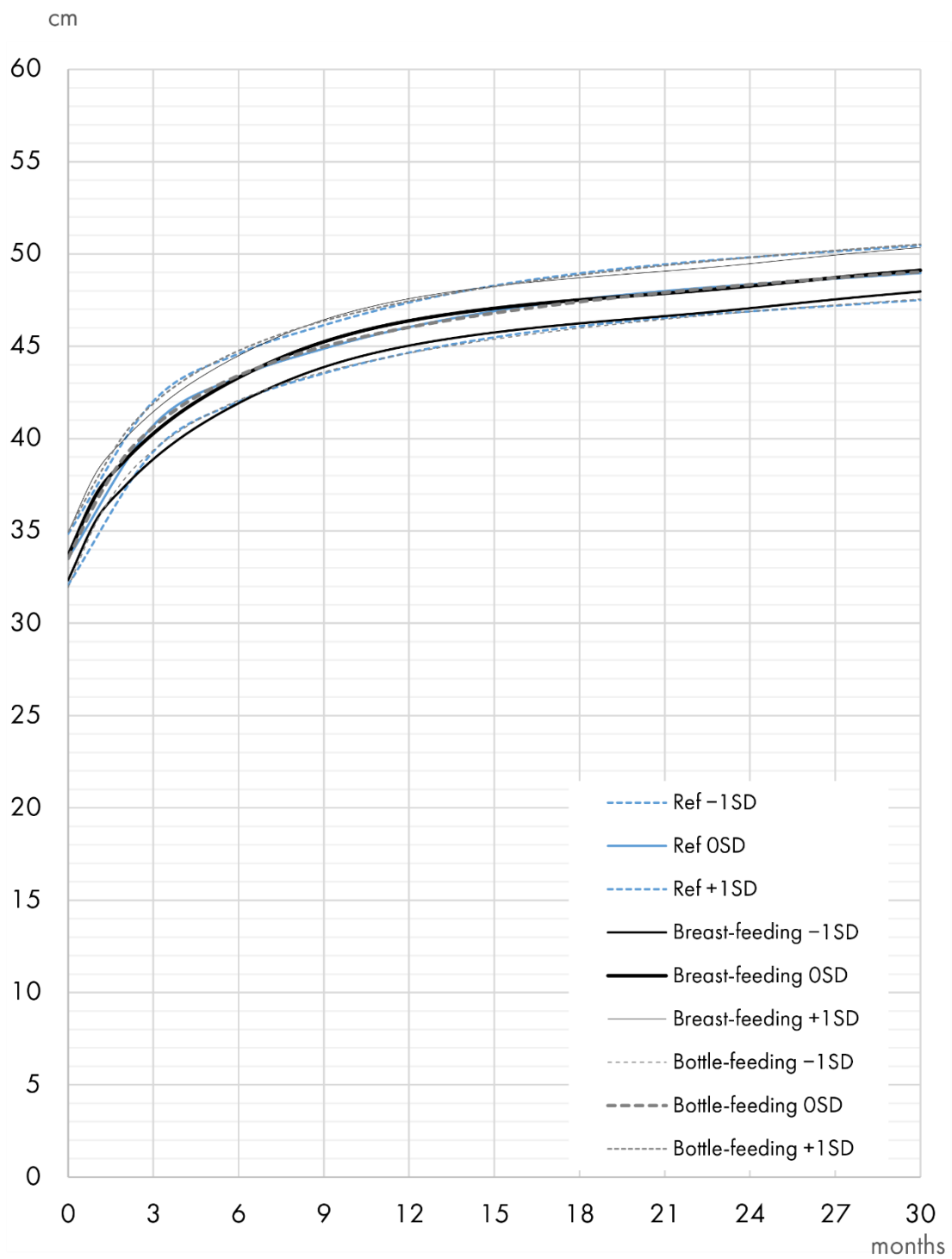


図 8a. 栄養法別の発育曲線と平成 12 (2000) 年標準発育曲線 (男子、頭囲)

Ref : 標準発育曲線, Breast-fed : 母乳群, Formula-fed : 人工乳群

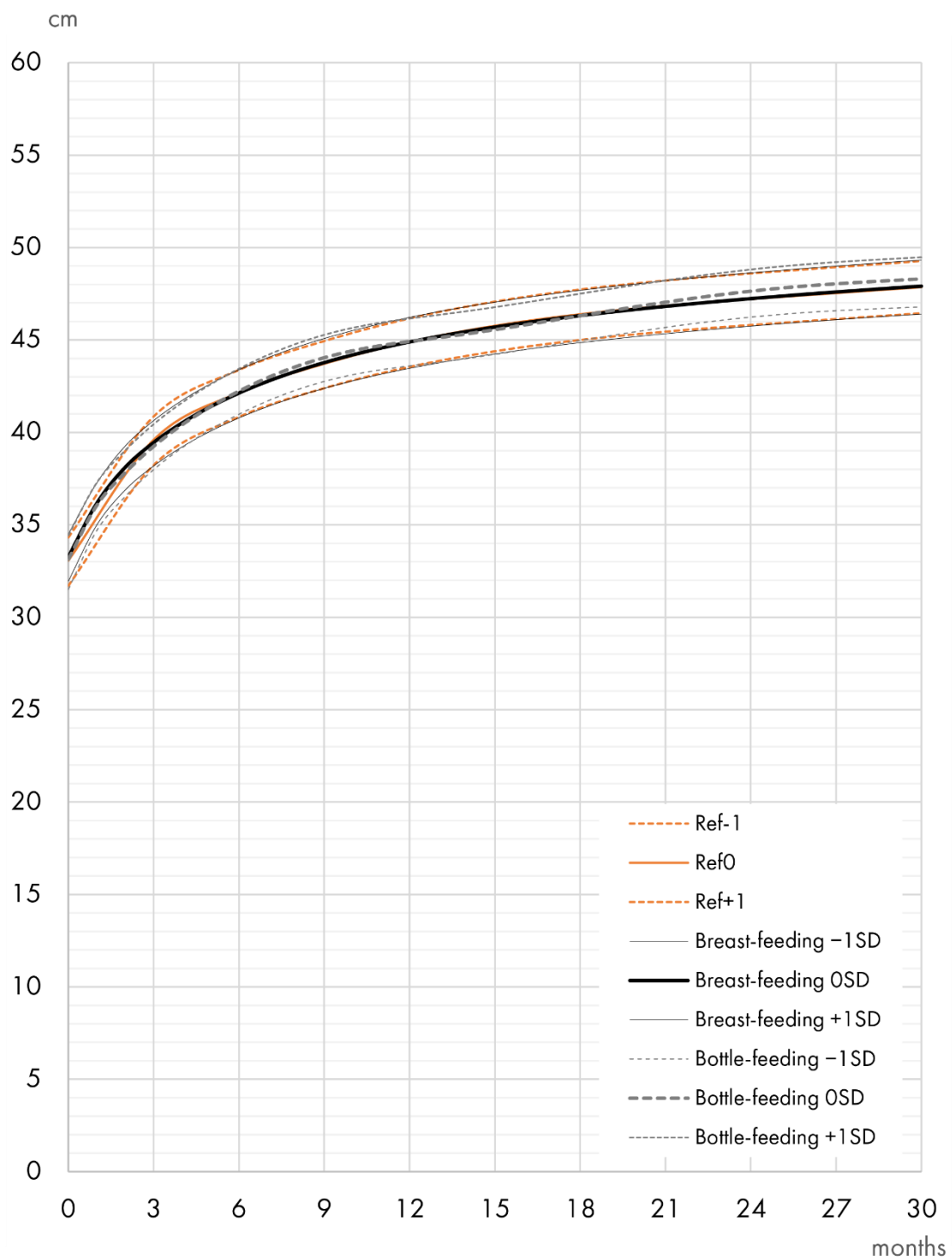


図 8b. 栄養法別の発育曲線と平成 12 (2000) 年標準発育曲線 (女子、頭囲)

Ref : 標準発育曲線, Breast-fed : 母乳群, Formula-fed : 人工乳群