

# Calf Notes.com

---

## *Calf Note #187 - 用于血清 IgG 的 BRIX 折光仪*

### 引言

监测被动免疫的成功或失败，是成功初乳管理计划的关键。我们大多数人都了解，犊牛在出生后最初 24 小时内会从摄入的初乳中吸收免疫球蛋白（Ig）。这些免疫球蛋白（称为 IgG、IgM 和 IgA）可提供暂时性免疫（也称为被动免疫），直到犊牛自身的主动免疫系统发育成熟。

测定初乳中的免疫球蛋白通常比较复杂且耗时，并且所用方法多限于实验室。虽然已经开发出一些可在犊牛旁快速、简便使用的检测方法，但并未被广泛采用。相反，许多兽医和犊牛专家建议使用总蛋白折光仪来估测血清总蛋白，再由此估算血清 IgG 浓度。大量研究表明，总蛋白为 5.2 g/dl 至 5.5 g/dl 时，说明犊牛已经达到“成功的被动转移”——也就是说，血清 IgG 浓度  $\geq 10$  g/L。

我想提出一个问题：如果我们使用折光仪来估测血清总蛋白，并据此估算血清 IgG，为什么不直接使用折光仪来估测血清 IgG 呢？

### 两种折光仪……还是一种？

折光仪测量光线通过溶液时发生弯曲的方式。颗粒的数量和类型会影响这种弯曲，这称为“折射率”。（有关折光仪和初乳使用的更多信息，请参见 Calf Notes #62、#183 和 #186。维基百科也提供了关于 BRIX 测量和折光仪的全面介绍。）

血清总蛋白折光仪测量折射率，并预测样品中的血清总蛋白含量。这个预测基于总蛋白与折射率之间的统计关系。

事实上，每一种折光仪都在做同样的事情：根据某种物质与折射率之间的关系来估算该物质的数量。

BRIX 折光仪常用于酿造行业，用来测量液体中的糖浓度。我们已经了解到，BRIX 折光仪估测的 BRIX % 与初乳 IgG 浓度密切相关；因此，我们建议使用 BRIX 折光仪来估测初乳 IgG 浓度。

让我们考虑这个问题：能否使用 BRIX 折光仪（通常比总蛋白折光仪便宜）来预测血清 IgG，而不仅仅是预测初乳 IgG？能否用 BRIX 折光仪替代总蛋白折光仪？简短的答案是：可以。

最近有三项研究考虑了这个问题。表 1 列出了一些关于 BRIX 与血清 IgG 关系的关键统计数据。

表 1 中一个关键统计量是 BRIX 百分比与血清 IgG 之间的相关性。在所有研究中，这种相关性都很高。这些数值表明，BRIX 与血清 IgG 之间存在良好且（重要的是）线性的关系。例如，图 1 显示了血清 BRIX 测量值与血清 IgG 浓度之间的关系。

表1. 评估BRIX 折光仪与血清IgG 浓度关系的研究统计数据

项目	Morrill	Deelen	Elsohaby
样本数	185	397	200
品种	荷斯坦	荷斯坦	荷斯坦
犊牛日龄, 天	1 至 6	3 至 6	1 至 11
最低血清 IgG, g/L	3.5	2.1	1.3
最高血清 IgG, g/L	47.0	59.1	60.0
平均血清 IgG, g/L	19.0	24.1	17.7
BRIX 与 IgG 的相关性	0.87	0.93	0.79
切点	7.8	8.4	8.3
敏感性	90	89	86
特异性	94	89	83

研究: Morrill 等, 2013, J. Dairy Sci. 96:4535 - 4541; Deelen 等, 2014, J. Dairy Sci. 97:3838 - 3844; Elsohaby 等, 2015, J. Vet. Intern. Med. 29:721 - 726。

从表 1 可以看出, BRIX 与血清 IgG 之间的关系在很宽的数值范围内都是线性的。在三项研究中, 血清 IgG 的范围均从 <4 到 >45 g/L, 这一范围足以在多数牧场条件下进行预测。

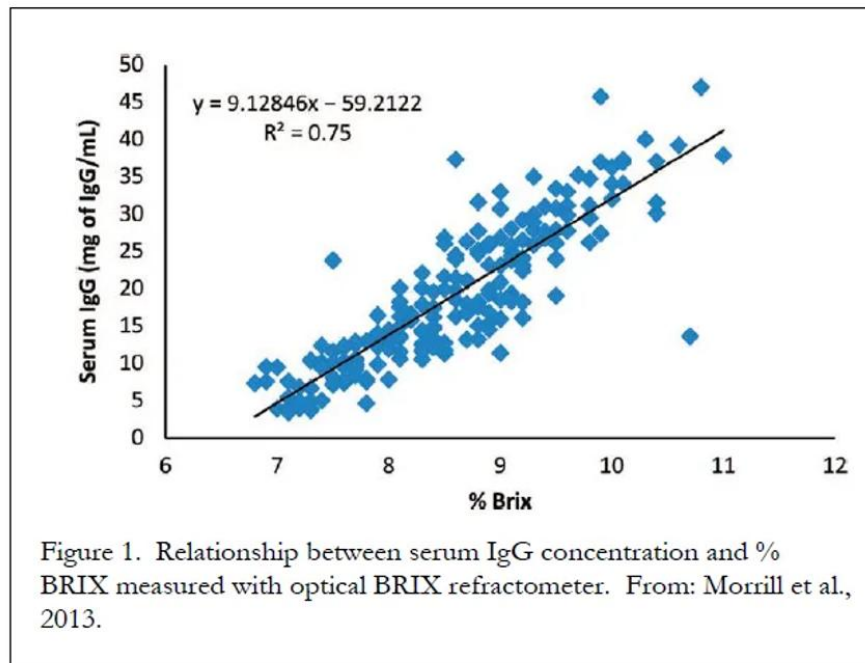


图1. 血清IgG 浓度与使用光学BRIX 折光仪测得的%BRIX 之间的关系。来源: Morrill 等, 2013。

显然, 这两个数值之间存在一条线性关系。Deelen 等 (2014) 和 Elsohaby 等 (2015) 也报告了类似关系。事实上, 当 Deelen 等 (2014) 比较 BRIX % 与血清总蛋白时 (也就是比较两种不同折光仪的结果), 相关系数为 1.0, 表明二者之间存在完美关系。这并不令人意外, 因为两种折光仪都在用不同的标尺报告类似信息。但这一观察提示, BRIX % 可以很容易地替代总蛋白百分比。

每位作者都确定了一个“切点”, 即 BRIX 值达到该水平时表示被动免疫转移成功 (即血清 IgG  $\geq 10$  g/L)。这些数值略有不同, 从 7.8 (Morrill) 到 8.3 (Deelen) 和 8.4 (Elsohaby) 不等。

造成这种差异的原因并不清楚，不过不同的折光仪、犊牛日龄以及采样方法等都可能致三项研究之间关系略有差异。

### 预测血清 IgG

图 1 中，Morrill 等（2013）报告了 BRIX 与血清 IgG 的回归方程。该方程为： $9.12846x - 59.2122$ ，可以用于预测任何给定 BRIX 值下的血清 IgG，适用范围为 3.5 至 47 g/L。

例如，如果我们测量一份血清样品的 BRIX 值，读数为 7.5% BRIX，则估测血清 IgG 浓度 =  $9.12846 \times 7.5 - 59.2122 = 9.25 \text{ g/L}$ 。在这种情况下，估测的血清 IgG 浓度表明该犊牛没有获得足够的被动免疫，因此更容易患病。

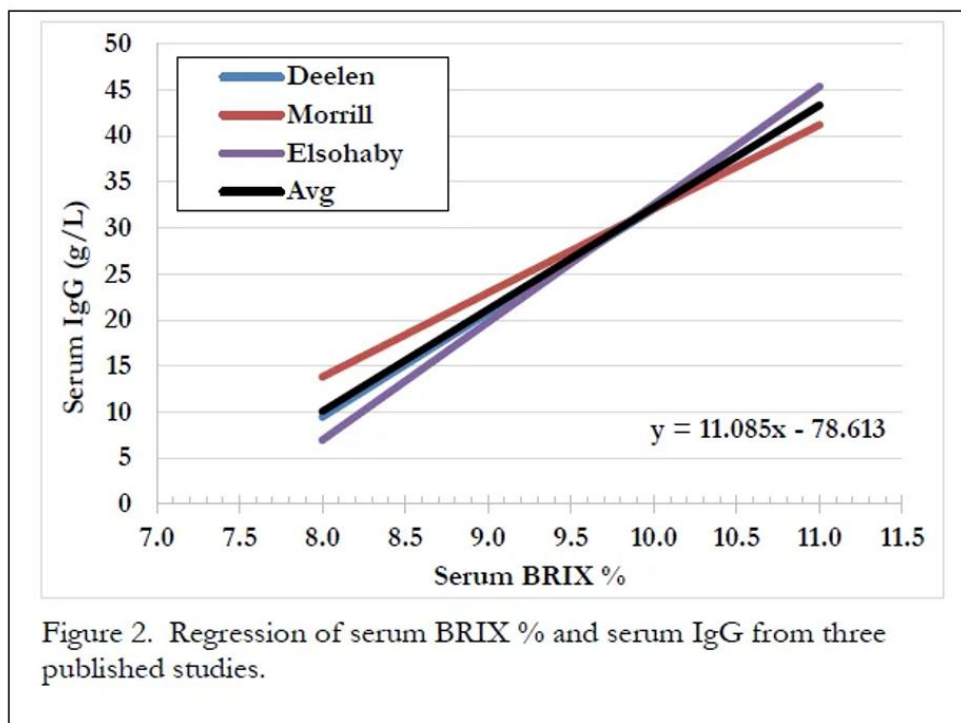


图2. 三项已发表研究中血清BRIX % 与血清IgG 的回归关系。

图 2 列出了这些估测回归方程，以及 Morrill 等的回归方程。我还计算了三条回归方程的平均值（注意：该平均值只是三条方程的简单算术平均，并未按动物数量或任何其他因素进行调整）。该平均方程与 Deelen 的估计非常相似。

随后，我使用该方程创建了表 2，用于根据 7.5% 至 14% 的 BRIX 值预测血清 IgG 浓度。注意：这些预测基于三项已发表研究，但尚未经过充分的实验评估。

无论是使用总蛋白折光仪、BRIX 折光仪还是其他方法，预测血清 IgG 始终都是一种牧场现场估测。因此，这种方法最适合用于评估多头动物，并判断牧场管理中是否存在薄弱环节。

### 一个注意事项

关于任何折光仪的使用，有一点很重要：虽然多数现代折光仪都有“自动温度校正”功能，但任何溶液的折射率都会受到温度的显著影响。最好让待测样品与室温达到平衡。对于初乳，应先让其冷却。请记住，我们只需要冷却实际测量的样品（折光仪上的几滴样品），因此只需几分钟。血

清会在采集和处理过程中冷却，所以通常不需要额外调整。有关温度对自动温度校正折光仪影响的更多信息，请参见折光仪制造商 Misco 的这篇文章。

表2. 使用图2 回归方程，根据BRIX 值预测血清IgG

BRIX %	血清 IgG, g/L
7.5	4.5
8.0	10.1
8.5	15.6
9.0	21.2
9.5	26.7
10.0	32.2
10.5	37.8
11.0	43.3
11.5	48.9
12.0	54.4
12.5	59.9
13.0	65.5
13.5	71.0
14.0	76.6

## 总结

在预测初乳饲喂程序是否成功方面，BRIX 折光仪与总蛋白折光仪同样准确。BRIX 折光仪的优点在于：准确性相同；它可以直接预测血清 IgG，而不是先预测总蛋白、再由总蛋白估算 IgG；并且 BRIX 折光仪通常便宜得多。表 2 中的数值可作为判断初乳管理程序有效性的通用参考。

## 参考文献

- Deelen S, T. Ollivett, D. Haines, and K. Leslie. 2014. Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.* 97:3838–3844.
- Elsohaby, I., J.T. McClure, and G.P. Keefe. 2015. Evaluation of digital and optical refractometers for assessing failure of transfer of passive immunity in dairy calves. *J. Vet. Intern. Med.* 29:721–726.
- Morrill, K. M., J. Polo, A. Lago, J. Campbell, J. Quigley, and H. Tyler. 2013. Estimate of serum immunoglobulin G concentration using refractometry with or without caprylic acid fractionation. *J. Dairy Sci.* 96:4535–4541.

作者：吉姆·奎格利博士（2016年5月8日）  
© 2016 吉姆·奎格利博士  
Calf Notes.com (<http://www.calfnotes.com>)