

# 猪妊娠期间免疫反应与细胞因子变化研究MDPI Veterinary Sciences

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/35854.html>

**本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！**

猪妊娠期间免疫反应与细胞因子变化研究MDPI Veterinary Sciences。论文标题：Changes in Immune Response during Pig Gestation with a Focus on Cytokines

论文链接：<https://www.mdpi.com/2306-7381/11/1/50>

期刊名：Veterinary Sciences

期刊主页：<https://www.mdpi.com/journal/vetsci>

在猪的妊娠过程中，母体免疫系统需在维持抗病能力与保护胎儿免疫耐受之间取得动态平衡。特别是细胞因子（Cytokines）在母-胎界面扮演着关键调节角色，其表达水平与平衡关系直接影响妊娠是否成功。近日，来自乌拉圭蒙得维的亚大学兽医解剖学系的William P é rez带领团队在Veterinary Sciences期刊发表综述文章，系统总结了妊娠期间母体免疫状态的变化，特别聚焦于细胞因子的表达趋势和免疫功能变化，强调母体免疫调控在维持正常妊娠过程中的关键作用。

Gestational Period	Principal Local Events	Predominant Cytokines
Four days post mating	Proinflammatory stages. Estrogen predominant hormone. Infiltration of neutrophils, dendritic cells, macrophages, and T cells.	Proinflammatory
Pre-implantation (5–12 gd)	Increases progesterone and decreases estrogen. Anti-inflammatory stages. Increases macrophages.	Decreases proinflammatory and increases anti-inflammatory effects.
Implantational stage (12–25 gd)	Conceptus production of estrogen with increases in NK cells.	Initially, IL-6 and 2 are the most important. Some days later, other proinflammatory cytokines such as IL-18, IFN- $\gamma$ , and TNF- $\alpha$ increase.
Final implantational stage (25–28 days)	There is a remodeling of uterine vasculature and angiogenesis begins in embryonic placenta.	Increases in anti-inflammatory cytokines such as IL-4, IL-6 and IL-10.
Rest of the pregnancy (except for 60–90 dg)	Placentation is established. The conceptus grows.	Th2 anti-inflammatory cytokines are predominant.
60–90 gd	Placenta remodeling with cell death, angiogenesis, and changes in adhesion molecules.	Increases in diverse cytokines, including some Th1.
Peripartum (114 gd)	Inflammatory response to eliminate conceptus.	There is not an increase in local Th1 cytokine, as in other mammals; however, some proinflammatory ones such as IL-6 increase in serum.

图1不同妊娠期细胞因子及其主要事件。

研究过程与结果

---

## 研究设计与方法

该研究为综述性质，综合分析了近年来关于猪妊娠各阶段中免疫系统变化的研究成果。作者围绕先天免疫与适应性免疫的动态调节，重点整理了以下关键内容：

- 妊娠早期、中期和晚期免疫系统中T细胞、NK细胞、树突状细胞等免疫细胞的活性变化；
- 主要促炎（如IL-1、TNF- $\alpha$ 、IFN- $\gamma$ ）与抗炎性细胞因子（如IL-4、IL-10、TGF- $\beta$ ）的表达水平；
- 子宫组织、外周血与胎盘中的局部免疫微环境变化；
- 细胞因子在妊娠免疫耐受形成、胎盘发育与分娩启动中的信号作用。

此外，作者也指出，与人类和啮齿类相比，猪的妊娠免疫调控机制具有物种特异性，尤其在胚胎植入与胎盘结构方面差异明显。

## 主要发现与数据解析

该综述首先明确了母体在妊娠过程中的免疫调节并非一味抑制，而是表现出阶段性、区域性与系统性的复杂变化。在妊娠早期，促炎细胞因子如TNF- $\alpha$ 、IL-1 $\beta$ 、IL-2和IFN- $\gamma$ 的上调，有助于胚胎着床及子宫内膜重塑，这一时期的免疫环境类似炎症样状态。然而，若促炎反应过强或持续过久，则可能导致妊娠失败。随后，母体免疫系统逐步切换至以IL-10和TGF- $\beta$ 为主导的抗炎状态，营造一个对胎儿免疫耐受的局部环境，从而避免免疫排斥。

文献综述中进一步强调，调节性T细胞（Tregs）的上调对于维持妊娠耐受起到决定性作用，其通过分泌抗炎因子抑制效应T细胞活性，是维持妊娠成功的重要调节器。此外，子宫自然杀伤细胞（uNK细胞）和巨噬细胞的参与，也在维持胎盘生理功能、促进胎盘血管生成等方面扮演关键角色。这些免疫细胞通过持续调节局部细胞因子网络，维持着复杂而脆弱的免疫平衡。

文章同时指出，细胞因子的表达具有明显的时序性特点。在妊娠中期（大约第30至第70天），IL-10、TGF- $\beta$ 等抗炎因子处于相对高表达状态，此时免疫系统趋向静默，以促进胎盘持续发育及胎儿快速生长。而在妊娠后期，促炎细胞因子（如IL-6、TNF- $\alpha$ 等）表达再度上调，准备支持临产过程中的免疫激活与组织拆解，为分娩做好生理准备。这种阶段性促炎-抗炎-再促炎的免疫波动，被认为是妊娠成功不可或缺的生理基础。

在实验方法方面，作者回顾了当前常用于研究妊娠期免疫反应的多种技术，包括外周血细胞因子水平检测（如ELISA、qPCR）、免疫组织化学分析、流式细胞术及转录组测序等。特别是全血刺激试验（whole blood stimulation assay）已被证实可有效评估母体外周免疫细胞对不同刺激物（如PHA或LPS）的应答能力，为免疫状态监测提供了可靠手段。

研究者还指出，虽然目前已获得大量关于细胞因子在妊娠调控中作用的证据，但在母猪这一模型中，许多关键问题仍待解决。例如，局部（子宫内）与系统（外周）免疫状态是否同步？胎盘分泌的外泌体和信号分子如何参与母体免疫调节？不同胎次和品种是否存在免疫调节差异？未来的研究需结合更精细的采样设计与多组学技术，才能深入理解母胎免疫互作的全貌。

---

## 研究总结

本综述全面梳理了猪妊娠过程中免疫系统，特别是细胞因子表达模式的阶段性变化，强调免疫耐受与炎症激活之间的动态平衡对妊娠维持的重要性。妊娠是一种自然诱导的免疫耐受状态，其建立与维持高度依赖细胞因子网络的协调调控。通过促进抗炎环境、调节免疫细胞活性及信号传导通路，母体得以在不牺牲免疫防御的前提下接纳半同种异体胎儿的存在。深入理解这一调控机制，不仅对于提高母猪繁殖效率和仔猪成活率具有现实意义，也为人类妊娠障碍、早产与胎盘功能异常等问题提供潜在参考。

该综述为未来动物妊娠免疫研究提供了清晰框架，也突显出细胞因子作为桥梁连接母胎两端的重要作用。文章呼吁在繁殖管理实践中更加关注母体免疫状态，尤其是在妊娠不同阶段的免疫变化，将为疫病防控、胚胎着床率提升和母猪健康提供新方向。

## Veterinary Sciences期刊介绍

主编：Patrick Butaye, Ghent University, Belgium; City University of Hong Kong, China

期刊发表与兽医科学领域相关的原创文章、评论、通讯和简短说明，主题包括动物疾病、紊乱和损伤的预防、诊断和治疗。

2024 Impact Factor 2.3 2024 CiteScore 3.5 Time to First Decision 21.1 Days Acceptance to Publication 2.7 Days

来源：Veterinary Sciences

更多科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发