

# 基于随机森林模型的非营养性吸吮对于早产儿的 疼痛影响

吴嫣

上海健康医学院，上海

**摘要：**目的：了解早产儿对于疼痛体验的现状及影响因素，探索非营养性吸吮对于早产儿疼痛的影响。方法：通过方便抽样的方法，抽取69例早产儿（胎龄 $247.41 \pm 30.49$ 天，38例男性，31例女性），给予非营养性吸吮。吸吮前后给予生理状况（心率、血氧饱和度、呼吸频率、脉压差、平均血压）评估以及新生儿疼痛状况评估。使用随机森林算法、多元线性回归等筛选、分析早产儿疼痛体验的主要影响因素。结果：随机森林算法显示，影响早产儿疼痛体验的变量中，位于前5位的是使用非营养性吸吮前上肢肌张力、吸吮前下肢肌张力、吸吮前哭闹情况、吸吮前觉醒状态、纠正胎龄。多元线性回归结果显示出生体重、纠正胎龄、本次吸吮时长、使用前舒张压、吸吮前哭闹评估是早产儿疼痛体验的影响因素（ $P<0.05$ ）。结论：身体状况越差的早产儿越需要早期吸吮。医务人员应当在吸吮之间注意安抚患儿的情绪。吸吮的时长越长效果越好。

**关键词：**随机森林模型；非营养性吸吮；疼痛

---

## Effects of Non-nutritive Sucking on Pain of Premature Infants based on Random Forest Model

Yan Wu

Shanghai Health Medical University, Shanghai

**Abstract:** Objective: to investigate the status and influencing factors of pain experience in premature infants, and to explore the effect of non-nutritive sucking on pain in premature infants. Methods: 69 cases of premature infants (gestational age  $247.41 \pm 30.49$  days, 38 males and 31 females) were selected by convenient sampling and were given non-nutritive sucking. Physiological status (heart rate, Oxygenation, respiratory rate, pulse pressure difference, mean blood pressure) and neonatal pain were assessed before and after sucking. Random Forest algorithm and multiple linear regression were used to screen and analyze the main influencing factors of pain experience of premature infants. As a result, the random forest algorithm showed that among the variables affecting the pain experience of premature infants, in the first 5 is the use of non-nutritional sucking muscle tension before upper limbs, sucking before lower limb muscle tension, crying before sucking, sucking before awakening state, correct gestational age. The results of multiple linear regression showed that birth weight, corrected gestational age, duration of sucking, diastolic blood pressure before using and crying before sucking were the influencing factors of pain experience of premature infants ( $P<0.05$ ). In conclusion, premature infants in poorer health are more likely to require early sucking. Medical personnel should pay attention to pacify the child between sucking. The longer the sucking, the better.

**Keywords:** Random forest model; Non-nutritive sucking; Pain

新生儿对疼痛的感知较年长儿和成年人更敏感、强烈、弥漫和持久[1]，且疼痛对新生儿可产生明显的生理反应、痛觉过敏反应、慢性疼痛综合征和躯体不适、儿童时期注意力不集中、焦虑、认知行为障碍和适应能力差、生长发育迟缓等一系列的近期和远期不良影响[2-5]。穆国霞[6]系统评价非营养性吸吮缓解侵入性护理操作所致新生儿疼痛的效果，共纳入8篇临床对照试验文献进行系统评价。非营养性吸吮能有效缓解新生儿疼痛时行为反应，可缩短新生儿足跟采血时啼哭和疼痛面容的持续时间。现有的研究多集中在非营养性吸吮（Non-nutritive sucking, NNS）方式改变[7-11]。吸吮时长对于止痛的效果分析较少。公认非营养性吸吮可以减少患儿痛苦体验，但是非营养性吸吮的影响因素以及时长缺乏实证研究。本文将基于随机森林模型的非营养性吸吮对于早产儿的疼痛影响效果报道如下。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

采用方便抽样的办法。选择2021.12-2022.6入住上海市某儿童医院新生儿重症监护（Neonatal Intensive Care Unit, NICU）患儿，获得家属签署知情同意书后，根据样本选择标准纳入研究。纳入标准：在NICU治疗2周以上患儿；胎龄<37周；可以耐受非营养性吸吮者；无心肺疾病者；家长愿意参加本项研究。排除标准：合并其他慢性疾病者或者急性病发作期者；有缺氧症状者。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 调查方法

研究者在实施疼痛操作前给予标准早产儿非营养性吸吮奶嘴进行非营养性吸吮，吸吮前后给予生理状况和疼痛评估。

#### 1.2.2 研究工具

生理状况：通过心电监护仪获得心率、脉压、平均血压、呼吸频率以及血氧饱和度。疼痛体验采用新生儿疼痛评分（NIPS评分）。NIPS由加拿大

Eastern Ontario儿童医院制定，是一种用于早产儿和足月儿疼痛评估的测量手段，可评估正常情况下及某些操作时新生儿的疼痛状况[12]。它包括对新生儿的面部表情、哭闹、呼吸方式、上肢动作、下肢动作及觉醒状态6个方面的评分以确定其疼痛的程度，总分最低分0分，最高分7分，得分越高，疼痛程度越剧烈[13]。

### 1.3 统计学方法

采用Python软件进行随机森林模型分析，对最初纳入的25个疼痛体验的影响因素进行重要性评分排序，变量重要性评分用于评价变量对疼痛体验的影响。与非营养性吸吮相关的指标有：使用安抚奶嘴目的、宝宝有无插管、使用的奶嘴型号、使用过程奶嘴脱落情况、宝宝是否乐意使用、本次吸吮时长。同时考虑到样本之间在实验前原有的差异性，我们将宝宝固有的一些原始属性也纳入影响因素的考虑范围内：妈妈年龄、孕次、胎次、分娩方式、出生胎龄、纠正胎龄、宝宝性别、出生Apgar、出生体重、使用前平均心率、使用前收缩压、使用前舒张压、使用前平均血氧饱和度、使用前平均呼吸频率、使用前面部表情评估、使用前哭闹评估、使用前上肢肌张力、使用前下肢肌张力、使用前觉醒状态。共计纳入25个自变量，以实验效果作为因变量。当使用随机森林模型时，可以利用每棵决策树的节点划分来衡量特征的重要性。基于集成学习的思想，通过对决策树的特征重要性进行综合考量，利用随机森林模型计算变量重要性评分。采用SPSS26.0软件对保留排名前20名的变量进行单因素分析和多元回归分析。检验水准设置为 $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 一般情况

66.67%的患儿母亲年龄在31-40岁，57.97%的患儿母亲采用剖宫产分娩。患儿母亲平均孕次为 $2.43 \pm 3.19$ 次，平均胎次为 $1.37 \pm 0.75$ 次。患儿男女比例约为5:4。患儿出生胎龄为 $247.41 \pm 30.49$ 天，矫正胎龄为 $260.16 \pm 20.97$ 天。出生Apgar评分 $9.33 \pm 1.27$ 分，出生体重为 $2463.70 \pm 934.43$ g。详见表1。

表1. 一般情况 (n=69例)

名称	选项	频数	百分比(%)	均数±标准差
年龄 妈妈	18岁以下	0	0	
	18-25岁	3	4.35	
	26-30岁	18	26.09	
	31-40岁	46	66.67	
	41-50岁	2	2.90	
	剖宫产	40	57.97	
分娩方式	阴道产	29	42.03	
	男	38	55.07	
宝宝性别	女	31	44.93	
孕次(次)				2.43±3.19
胎次(次)				1.37±0.75
出生胎龄(天)				247.41±30.49
矫正胎龄(天)				260.16±20.97
出生Apgar评分(分)				9.33±1.27
出生体重(g)				2463.70±934.43

## 2.2 随机森林重要性评分

基于集成学习的思想，通过对决策树的特征重要性进行综合考量，利用随机森林模型计算变量重要性评分。重要性评分前五位是：使用前上肢肌张力、使用前下肢肌张力、使用前哭闹评估、使用前觉醒状态以及纠正胎龄，详见表2。

表2. 随机森林重要性评分表

排名	变量	重要性评分
1	使用前上肢肌张力	0.3944
2	使用前下肢肌张力	0.3270
3	使用前哭闹评估	0.0720
4	使用前觉醒状态	0.0709
5	纠正胎龄	0.0236
6	使用前平均心率	0.0182
7	使用前收缩压	0.0153
8	出生体重	0.0148
9	使用前面部表情评估	0.0113
10	出生胎龄	0.0089
11	使用前平均呼吸频率	0.0085
12	本次吸吮时长	0.0080
13	使用前舒张压	0.0079
14	使用过程奶嘴脱落情况	0.0045
15	使用安抚奶嘴目的	0.0043
16	孕次	0.0019
17	出生Apgar	0.0017
18	使用的奶嘴型号	0.0014
19	胎次	0.0014
20	宝宝有无插管	0.0012

## 2.3 单因素分析

结果显示，使用安抚奶瓶的目的、宝宝有无插管、使用奶嘴型号、使用过程奶嘴脱落情况、使用前面部表情评估、使用前哭闹评估、使用前上肢肌张力、使用前下肢肌张力、使用前觉醒状态、出生胎龄、纠正胎龄、出生体重、使用前舒张压、吸吮时长在方差检验、Welch's方差检验上均 $P<0.05$ ，变量具有显著性，拒绝原假设，可以纳入多元回归模型进行进一步分析，见表3。

## 2.4 多元回归分析

将表3中的显著变量作为自变量进行分析，变量的命名如表4所示。

由于变量间存在多重共线性，使用OLS拟合后的变量VIF值大于10，故对于筛选后的数据进行岭回归，通过绘制岭迹图，结合相关性分析，见表5，图1。出生胎龄、纠正胎龄、出生体重存在多重共线性，使用前面部表情评估、使用前哭闹评估、使用前上肢肌张力、使用前下肢肌张力、使用前觉醒状态存在多重共线性。

最后保留的5个变量为：出生体重、纠正胎龄、本次吸吮时长、使用前舒张压、使用前哭闹评估。其中出生体重和纠正胎龄体现了婴儿本身的身体状态，使用前舒张压和使用前哭闹评估体现了婴儿使用前的情绪状态。本次吸吮时长体现了吸吮奶嘴的有效性。结果如表6。

## 3 结论

### 3.1 基础状况越差，越需要通过非营养性吸吮缓解疼痛

在回归方程中，出生体重和纠正胎龄的系数为负，证明出生体重和纠正胎龄越低，婴儿本身身体状态越差的，使用某某奶嘴的效果更好。实验对于先天身体状态较差的婴儿效果更加。陈丽莲[14]研究显示：出生体重 $<1500$  g的早产儿平均每人经历153次致痛性操作，出生体重 $\geq1500$  g的早产儿平均每人经历46次。许莉等[15]研究发现大于32周早产儿比小于32周的早产儿所经受的疼痛次数少。基础

表3. 早产儿疼痛体验的单因素分析 (n=69例)

变量名	变量值	样本量	均值	标准差	方差检验	Welch's方差检验
孕次	1次	24	-0.038	0.165	F=1.94	F=1.757
	2次	24	-0.059	0.162	P=0.132	P=0.182
	3次	13	0.053	0.207		
胎次	4次	8	0.067	0.162		
	1次	48	-0.005	0.173	F=0.905	F=0.422
	2次	20	-0.05	0.183	P=0.410	P=0.657
使用安抚奶瓶 的目的	3次	1	0.151	0		
	安抚哭泣	34	-0.094	0.142	F=45.648	F=73.924
	练习吸吮	23	0.17	0.067	P=0.000***	P=0.000***
宝宝有无插管	缓解疼痛	12	-0.152	0.104		
	无	48	-0.054	0.171	F=4.889	F=5.152
	氧气管	8	0.008	0.155	P=0.010**	P=0.018**
使用奶嘴型号	营养管	13	0.108	0.155		
	S	26	0.065	0.148	F=10.116	F=11.001
	M	43	-0.065	0.175	P=0.002***	P=0.002***
使用过程奶嘴 脱落情况	无	9	-0.176	0.12	F=7.256	F=8.448
	偶尔	14	-0.089	0.17	P=0.000***	P=0.000***
	有时	22	-0.009	0.151		
使用前面部表 情评估	经常	24	0.08	0.162		
	安静面容, 表情自然	27	0.161	0.065	F=129.209	F=165.171
	面肌收紧, 表情痛苦	42	-0.13	0.122	P=0.000***	P=0.000***
使用前哭闹 评估	安静不哭	21	0.182	0.054	F=48.275	F=85.4
	间歇性轻声呻吟	14	-0.046	0.149	P=0.000***	P=0.000***
	持续性大声尖叫	34	-0.126	0.124		
使用前上肢肌 张力	没有肌肉僵硬, 偶尔随意运动	41	0.111	0.092	F=231.672	F=257.497
	肌紧张, 上臂伸直	28	-0.202	0.07	P=0.000***	P=0.000***
使用前下肢肌 张力	没有肌肉僵硬, 偶尔随意运动	41	0.111	0.092	F=231.672	F=257.497
	肌紧张, 上臂伸直	28	-0.202	0.07	P=0.000***	P=0.000***
使用前觉醒 状态	安静地睡眠或情绪稳定	31	0.146	0.073	F=155.821	F=169.539
	警觉, 坐立不安	38	-0.148	0.113	P=0.000***	P=0.000***
	6个月	2	-0.181	0.032	F=27.491	F=45.468
出生胎龄	7个月	12	0.111	0.08	P=0.000***	P=0.000***
	8个月	15	0.162	0.076		
	9个月	18	-0.028	0.15		
纠正胎龄	10个月	22	-0.182	0.106		
	8个月	15	0.166	0.054	F=30.407	F=87.591
	9个月	30	0.025	0.146	P=0.000***	P=0.000***
出生Apgar 评分	10个月	22	-0.173	0.102		
	11个月	2	-0.273	0.037		
	较低	8	-0.024	0.195	F=0.017	F=0.015
出生体重	正常	61	-0.015	0.175	P=0.896	P=0.907
	偏轻	6	0.043	0.177	F=15.463	F=24.681
使用前平均 心率	较轻	17	0.102	0.071	P=0.000***	P=0.000***
	正常	18	0.062	0.187		
	偏重	28	-0.151	0.121		
使用前平均呼 吸频率	偏慢	8	0.006	0.107	F=0.241	F=1.901
	正常	2	0.053	0.038	P=0.787	P=0.238
	偏快	59	-0.021	0.186		
使用前收缩压	偏低	2	0.038	0.033	F=0.196	F=3.067
	正常	67	-0.018	0.178	P=0.660	P=0.167
使用前舒张压	偏低	40	0.052	0.162	F=17.68	F=18.075
	正常	29	-0.11	0.151	P=0.000***	P=0.000***
吸吮时长	偏低	2	-0.056	0.031	F=0.105	F=1.801
	正常	67	-0.015	0.178	P=0.747	P=0.251
	快	27	-0.081	0.154	F=6.564	F=6.995
	慢	42	0.026	0.178	P=0.013**	P=0.010**

表4. 多元回归分析变量命名

变量名	代号
实验效果	Y
使用安抚奶瓶的目的	X1
宝宝有无插管	X2
使用奶嘴型号	X3
使用过程奶嘴脱落情况	X4
使用前面部表情评估	X5
使用前哭闹评估	X6
使用前上肢肌张力	X7
使用前下肢肌张力	X8
使用前觉醒状态	X9
出生胎龄	X10
纠正胎龄	X11
出生体重	X12
使用前舒张压	X13
吸吮时长	X14

表5. 岭回归分析 (n=69例)

	系数		t	P	R <sup>2</sup>	调整R <sup>2</sup>	F
	B	标准误					
常数	0.796	0.268	2.966	0.004***			
出生胎龄	0	0.001	-0.36	0.721			
纠正胎龄	-0.001	0.001	-0.645	0.522			
出生体重	0.013	0.041	0.317	0.752			
使用前舒张压	-0.003	0.002	-2.242	0.029**			
本次吸吮时长	0	0	0.014	0.989			
使用安抚奶嘴目的	0.015	0.012	1.264	0.212			
宝宝有无插管	-0.011	0.012	-0.935	0.354	0.916	0.896	F=45.859 P=0.000***
使用的奶嘴型号	0	0.028	0.007	0.995			
使用过程奶嘴脱落情况	0.014	0.009	1.514	0.136			
使用NNS前面部表情评估	-0.07	0.034	-2.052	0.045**			
使用NNS前哭闹评估	-0.033	0.024	-1.369	0.176			
使用NNS前上肢肌张力	-0.102	0.013	-7.775	0.000***			
使用NNS前下肢肌张力	-0.102	0.013	-7.775	0.000***			
使用前觉醒状态	-0.004	0.049	-0.091	0.928			

表6. 多元回归分析 (n=69例)

	非标准化系数		t	P	VIF	R <sup>2</sup>	F
	B	标准误					
常数	0.857	0.337	2.545	0.013**	-		
出生体重	-0.021	0.022	-0.958	0.342	2.401		
纠正胎龄	-0.002	0.002	-1.434	0.157	5.585	0.653	F=23.744 P=0.000***
本次吸吮时长	0.001	0	2.493	0.015**	1.195		
使用前舒张压	-0.004	0.003	-1.449	0.152	1.231		
使用前哭闹评估	-0.077	0.029	-2.619	0.011**	3.928		

因变量: 实验效果

注: \*\*\*、\*\*、\*分别代表1%、5%、10%的显著性水平。

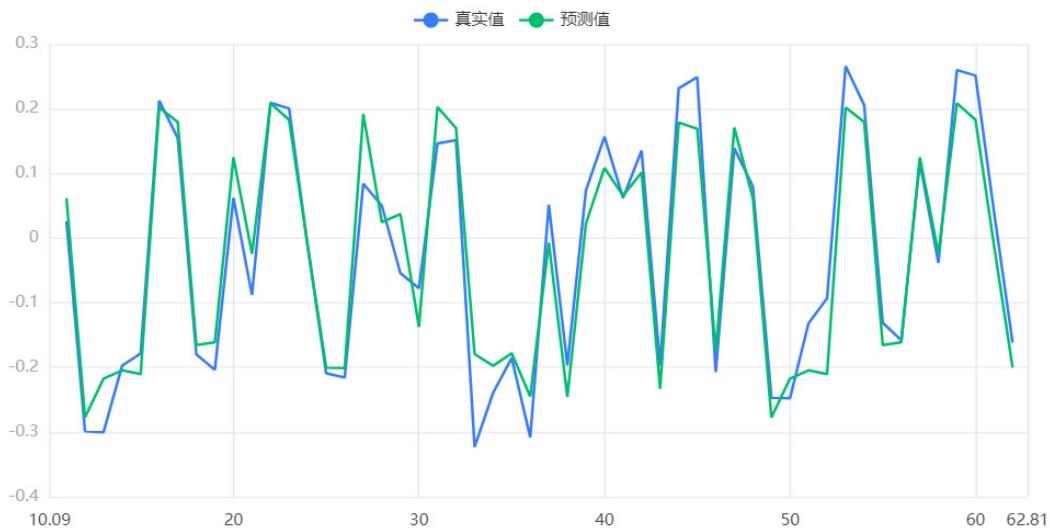


图1. 岭迹图

状况越差的孩子，疼痛的体验就会越对，越需要通过非营养性吸吮等非药物方式止痛。在今后的临床护理实践，是否提供非营养性吸吮应当注意结合患者自身的情况。

### 3.2 情绪越稳定，非营养性吸吮越能缓解疼痛

回归方程中，使用前哭闹评估的系数为负，证明婴儿实验前哭闹越少（情绪越平稳），非营养性吸吮的镇痛效果越好，应在吸吮时先尽可能安抚婴儿。非营养性吸吮能够促进调节疼痛等感觉传导的5-羟色胺等化学物质的释放而产生镇痛效果，使患儿处于安静放松状态，对其起安抚作用；并且吸吮对早产儿是一种有效的感受信息方式，能分散其注意力，生理需求得到满足，处于舒适状态，从而缓解疼痛[16]。使用非营养性吸吮先安抚患儿的情绪，使其能够更好的起到镇痛的作用。

### 3.3 吸吮时长越长，镇痛效果越好

回归方程中，本次吸吮时长的系数为正，证明吸吮时长越久，吸吮的镇痛效果越好。研究发现葡萄糖液联合非营养吸吮组疼痛面容持续时间为36秒，啼哭持续时间为24秒[17]。非营养性吸吮止痛效果在1分钟后明显出现，在临床实践中应当增加吸吮的时长，至少大于1分钟，避免出现疼

痛性操作已停止即停止非营养性吸吮。

## 4 小结

非营养性吸吮对于早产儿止痛应当考虑到患儿本身情况，越是身体状态不好的患儿，越要增加非营养性吸吮这一非药物止痛。止痛的过程应当长于1分钟，并且给予患儿的情绪安抚。非营养性吸吮的进一步使用有待指南的制定。

## 参考文献

- [1]陶莉,周伟,陈克正.新生儿疼痛[J].中华围产医学杂志,2004,7(2):123-125.
- [2]Taddio A, Shah V, Gilbert MC, et al. Conditioning and hyperalgesia in newborns exposed to repeated heel lances[J]. JAMA,2002,288(7): 857-861.
- [3]Mitchell A, Boss BJ. Adverse effects of pain on the nervous systems of newborns and young children: a review of the literature[J] J Neurosci Nurs,2002,34(5): 228-236.
- [4]Grunau RE, Holsti L, Peters JW. Longterm consequences of pain in human neonates[J]. Semin Fetal Neonatal Med,2006,11(4): 268-275.
- [5]Ludington-Hoe SM, Cong X, Hashemi F. Infant crying: nature,physiologic consequences, and select interventions[J]. Neonatal Netw,2002,21(2): 29-36.
- [6]穆国霞,王松,李胜玲.非营养性吸吮缓解侵入性护理

- 操作所致新生儿疼痛效果的系统评价[J].中国全科医学,2011,14(36):4192-4196.
- [7]邱巧梅,陈静蓉,郑海洋.非营养性吸吮与袋鼠式护理对缓解新生儿疼痛的临床对照分析[J].当代护士(下旬刊),2021,28(08):75-79.
- [8]袁海英,赵梅峰,陈珠清.肌肤接触安抚联合非营养性吸吮在新生儿操作性疼痛干预中的应用[J].全科护理,2021,19(08):1021-1024.
- [9]孙春辉.非营养性吸吮和吸吮8%葡萄糖水对缓解新生儿疼痛的护理效果分析[J].中外医疗,2020,39(30):105-107.
- [10]于蓉,杨富国,陈蕾,杜钦霞,朱欣燕,吴倩.母亲声音联合非营养性吸吮在新生儿疼痛管理中的应用[J].国际护理学杂志,2020(08):1478-1481.
- [11]吴本清.新生儿危重症监护诊疗与护理[M].北京:人民卫生出版社,2009: 315-324.
- [12]Ge X, Tao J R, Wang J, et al. Bayesian estimation on diagnostic performance of Face, Legs, Activity, Cry, and Consolability and Neonatal Infant Pain Scale for infant pain assessment in the absence of a gold standard[J]. Pediatric Anesthesia, 2015, 25(8): 834-839.
- [13]卢贤英,侯朝铭,高静,柏丁兮,刘锐芮,王薇,蔡明瑾.非药物干预缓解新生儿足跟采血所致疼痛的网状Meta分析[J].循证护理,2022,8(22):2983-2995.
- [14]陈丽莲,熊小云,余霞娟,等.早产儿住院期间经历致痛性操作的现状调查[J].中华现代护理杂志,2015(24):2863-2866.
- [15]许莉.早产儿致痛性操作的现况调查及影响因素分析[D].呼和浩特:内蒙古医科大学,2017.
- [16]周福霞,刘芳,戴淑芳,刘佳.甜味剂联合非营养性吸吮在早产儿疼痛管理中的应用[J].中国妇幼保健,2016,31(05):1074-1076.
- [17]董丹丹.非药物干预对新生儿操作性疼痛的影响[D].内蒙古医科大学,2021.

