

引用本文:张婉君,孔中楠,马永平,等.固定正畸矫治80例病人唾液基质金属蛋白酶8和基质金属蛋白酶9的水平变化[J].安徽医药,2024,28(4):746-750.DOI:10.3969/j.issn.1009-6469.2024.04.023.

◇临床医学◇



固定正畸矫治80例病人唾液基质金属蛋白酶8和基质金属蛋白酶9的水平变化

张婉君,孔中楠,马永平,崔敬雅,杨茜,马文盛

作者单位:保定市第二医院口腔科,河北 保定 071051

通信作者:马永平,女,主任医师,研究方向为口腔正畸,Email:1598570473@qq.com

基金项目:河北省科技计划项目(212777154)

摘要 **目的** 探究固定正畸矫治病人唾液基质金属蛋白酶8(MMP-8)、基质金属蛋白酶9(MMP-9)水平的变化及临床意义。**方法** 选取2019年6月至2021年12月于保定市第二医院接受固定正畸矫治成年病人80例及健康受试者40例为研究对象。对病人固定矫治前(T1)、固定矫治1周(T2)、固定矫治1个月(T3)及健康受试者探诊出血(BOP)、菌斑指数(PLI)进行检测;收集健康受试者及病人T1、T2、T3时期唾液,采用ELISA检测唾液中MMP-8、MMP-9水平;流式细胞术对唾液白细胞含量进行检测;分别对MMP-8、MMP-9与牙龈BOP相关性进行分析;分离唾液白细胞,检测白细胞MMP-8、MMP-9表达水平变化。**结果** T2、T3时病人BOP[(21.36±8.79)%、(13.06±5.80)%]、PLI[(2.53±0.43)分、(1.89±0.39)分]及唾液中MMP-8[(0.43±0.11)μg/L、(0.32±0.10)μg/L]、MMP-9[(3.64±0.76)μg/L、(2.02±0.50)μg/L]、白细胞水平[(17 893.71±505.49)个、(8 532.18±421.89)个],显著高于T1水平[(5.05±2.11)%、(0.71±0.25)分、(0.16±0.08)μg/L、(0.25±0.13)μg/L、(2 308.66±178.04)个, $P<0.05$];唾液MMP-8、MMP-9水平与牙龈BOP、PLI呈正相关;进一步发现T2、T3时白细胞MMP-8、MMP-9表达水平显著高于T1水平($P<0.05$)。受试者操作特征(ROC)曲线显示唾液MMP-8及MMP-9水平能较好预测牙龈炎程度。**结论** 正畸病人唾液MMP-8、MMP-9水平与牙龈炎病情呈正相关,唾液MMP-8、MMP-9可作为评估正畸病人牙龈炎的潜在生物标志物。**关键词** 牙龈炎; 正畸矫正器; 基质金属蛋白酶8; 基质金属蛋白酶9; 牙菌斑指数

Changes of saliva MMP-8 and MMP-9 levels in fixed orthodontic patients

ZHANG Wanjun, KONG Zhongnan, MA Yongping, CUI Jingya, YANG Qian, MA Wensheng

Author Affiliation: Department of Stomatology, The Second Hospital of Baoding City, Baoding, Hebei 071051, China

Abstract **Objective** To explore the changes and clinical significance of saliva matrix metalloproteinases 8 (MMP-8) and matrix metalloproteinases 9 (MMP-9) levels in fixed orthodontic patients. **Methods** A total of 80 adult patients and 40 healthy subjects who received fixed corrective treatment in The Second Hospital of Baoding City from June 2019 to December 2021 were selected as the study subjects. The bleeding on probing (BOP) and plaque index (PLI) of patients before fixed orthodontic treatment (T1), 1 week after treatment (T2), 1 month after treatment (T3) and healthy subjects were detected. Saliva of healthy subjects and patients at T1, T2 and T3 were collected, and the levels of MMP-8 and MMP-9 in saliva were detected by ELISA. Flow cytometry was performed to detect leukocyte concentration in saliva. The correlations between MMP-8, MMP-9 and gingival BOP were analyzed, respectively. White blood cells in saliva were isolated, and the expression levels of MMP-8 and MMP-9 in leukocytes were detected. **Results** At T2 and T3, the levels of BOP [(21.36±8.79)%, (13.06±5.80)%], PLI [(2.53±0.43) points, (1.89±0.39) points] and saliva MMP-8 [(0.43±0.11) μg/L, (0.32±0.10) μg/L], MMP-9 [(3.64±0.76) μg/L, (2.02±0.50) μg/L], leukocyte counts [(17 893.71±505.49), (8 532.18±421.89)] were significantly higher than those at T1 [(5.05±2.11)%, (0.71±0.25) points, (0.16±0.08) μg/L, (0.25±0.13) μg/L, (2 308.66±178.04), $P<0.05$]. Salivary MMP-8 and MMP-9 levels were positively correlated with gingival BOP and PLI. It was further found that the expression levels of MMP-8 and MMP-9 in leukocytes at T2 and T3 were significantly higher than those at T1 ($P<0.05$). Receiver operating characteristic (ROC) curve showed that salivary MMP-8 and MMP-9 levels could better predict the degree of gingivitis. **Conclusion** The levels of MMP-8 and MMP-9 in saliva are positively correlated with the condition of gingivitis in orthodontic patients, and MMP-8, MMP-9 in saliva can be used as potential biomarkers to evaluate the gingivitis in orthodontic patients.

Keywords Gingivitis; Orthodontic appliances; Matrix metalloproteinases 8(MMP-8); Matrix metalloproteinases 9(MMP-9); Dental plaque index

随着人们口腔保健意识的提高,固定正畸矫治 已成为更多人的选择,正畸治疗不仅能够改善病人

牙颌面部美观,还可以改善口腔功能及健康。但是正畸固定器具会引发牙菌斑产生,可引起牙龈炎症^[1]。当存在牙龈炎症时,正畸牙齿运动过程中产生的力会加重组织反应并导致支撑性牙周组织的破坏^[1-2]。正畸性牙龈炎病人临床表现为牙龈呈鲜红或暗红色、组织水肿、探诊出血、牙龈增生等。在发现牙龈炎后及时治疗控制炎症,牙周组织结构会恢复健康,但是若正畸性牙龈炎不及时发现,得不到及时有效的治疗,牙龈炎症会进一步侵入牙周深处,导致牙龈附着丧失及牙槽骨吸收等,引起牙周组织功能丧失,导致牙周炎^[3-4]。因此,正畸治疗过程尽早发现有无牙龈炎对正畸性牙龈炎的治疗至关重要。目前对于在正畸治疗牙周炎及骨吸收的生物标志物尚无共识。正畸过程涉及细胞外基质的降解与合成、牙周组织结构的改变以及多种生物学因子的调节和诱导^[5]。基质金属蛋白酶(MMPs),是一种胶原蛋白水解酶,MMP-8及MMP-9作为MMPs中成员,在牙周生理重塑中起重要作用,并参与正畸后牙齿的移动^[6-7]。在牙龈炎病人龈沟液中MMP-8、MMP-9水平显著升高^[8],提示MMP-8、MMP-9水平可能与正畸相关牙龈炎相关。本研究在正畸病人上探究MMP-8、MMP-9与正畸相关牙龈炎相关性进行研究,旨在确定有助于正畸治疗期间评估牙龈炎症状态的生物标志物。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2019年6月至2021年12月于保定市第二医院接受固定矫治的80例正畸治疗病人为研究对象(正畸组)。纳入标准:(1)病人无牙周疾病,正畸前牙周无红肿、探诊出血;(2)实验前一个月没有用任何抗生素;(3)身体健康,无全身系统性疾病,无长期服药史。排除标准:(1)合并糖尿病、冠心病、自身免疫疾病等全身系统性疾病;(2)口腔内有活动性龋坏、牙体牙髓或根尖周病、口腔黏膜病、智齿冠周炎或其他口腔颌面部疾病;(3)妊娠期女性病人;(4)正畸过程矫正器脱落病人。正畸病人男33例,女47例,年龄(25.37±8.12)岁。40例健康受试者作为对照组,男15例,女25例,年龄(24.61±7.82)岁。本研究经保定市第二医院伦理委员会批准(批号XYUI1703210004),所有受试者均签署知情同意书。

1.2 唾液收集 所有病人在研究开始前都接受了口腔卫生宣讲,在同意配合后放置牙齿矫正器。收集健康受试者及病人固定矫治前(T1)、固定矫治1周(T2)、固定矫治1个月(T3)的唾液。采用被动流口水法收集混合性唾液作为测试样本。受试者空腹于上午8:00-9:00轻漱口后咽下口腔内的唾液,然后头前倾,微张口将唾液流入干净量筒,收集病

人在连续10 min内流出的唾液,取1.5 mL唾液于无菌Eppendorf离心管备用。

1.3 牙龈指标观察 探诊出血(BOP)评分:用牙周探针尖端置于龈下1 mm,牙周探针应沿着牙齿长轴在各个面进行探查,通常将每个牙的颊(唇)、舌面分别在远中、中央、近中6个位点进行测量,轻轻沿龈缘滑动后观察片刻看有无出血,记录BOP阴性或阳性,并统计百分率。BOP百分率=出血位点数/受检位点数×100%。菌斑指数(PLI):根据菌斑量分为4级,0分—龈缘区无菌斑;1分—视诊无菌斑,但用探针可在游离龈及邻近区刮出薄层菌斑;2分—龈袋内、游离龈区或邻近牙面可见中等堆积量的软性沉积物;3分—龈袋内或游离龈区及邻近牙面有大量软性沉积物。

1.4 唾液上清因子检测 将收集的唾液置于无菌Eppendorf离心管10 000 r/min离心10 min(离心半径4 cm),取上清液于另一无菌Eppendorf离心管中,采用ELISA试剂盒检测唾液MMP-8、MMP-9水平,MMP-8、MMP-9试剂盒均购于R&D公司,所有操作均按照试剂盒说明书进行。

1.5 唾液细胞分析 将收集的唾液置于无菌Eppendorf离心管10 000 r/min离心10 min(离心半径4 cm),PBS重悬细胞。

流式细胞术:采用流式细胞术对细胞中白细胞比例进行分析。取50 μL重悬细胞,加入0.5 μL PE-CD45抗体(Biolegend公司),冰上孵育30 min,然后4 °C 400×g离心5 min,将沉淀细胞用FACS缓冲液重悬,流式上机检测。

蛋白质印迹法流式:将PBS重悬细胞与CD45磁珠37 °C共孵育1 h,收集磁珠,将磁珠与细胞裂解液RIPA buffer(碧云天生物科技公司)混合,裂解磁珠上细胞,收集裂解液,加入蛋白上样缓冲液,SDS-PAGE跑胶、转膜,转印蛋白的膜用5%脱脂奶粉37 °C封闭2 h,之后抗人MMP-8、MMP-9抗体(1:1 000)、GAPDH(1:1 000)抗体,4 °C孵育12 h,然后使用HRP标记的二抗37 °C孵育1 h,最后加入ECL发光液(美国赛默飞世尔公司)曝光检测,所有抗体均购于英国Abcam公司。

1.6 统计学方法 应用SPSS 22软件进行数据分析,计量资料 $\bar{x} \pm s$ 表示;按数据类型及分布特点选择对应的统计描述方式;针对计量资料,检验是否满足正态分布,不同时间点的比较采用重复测量数据方差分析的方法,不同时间点的两两比较采用LSD-*t*检验的方法;计数资料进行 χ^2 检验;相关性分析根据数据的分布特点选择Spearman相关性分析; $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 受试者一般资料比较 正畸病人年龄、性别及正畸矫正前探诊出血(BOP)、菌斑指数(PLI)与健康受试者相比差异无统计学意义($P>0.05$),见表1。

表1 正畸治疗80例与健康受试者40例一般资料比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	性别(男/ 女)/例	BOP/(%, $\bar{x} \pm s$)	PLI/(%, $\bar{x} \pm s$)
对照组	40	24.61±7.82	33/47	4.97±2.13	0.67±0.27
正畸组	80	25.37±8.12	15/25	5.05±2.11	0.71±0.25
$t(\chi^2)$ 值		0.24	0.33	0.80	1.36
P值		0.863	0.662	0.527	0.395

注: BOP为探诊出血, PLI为菌斑指数。

2.2 正畸病人唾液 MMP-8、MMP-9 水平及牙龈 BOP 变化 病人正畸前(T1)唾液中 MMP-8、MMP-9 及牙龈 BOP 水平与健康受试者差异无统计学意义($P>0.05$)。正畸治疗过程, T2、T3 时病人唾液中 MMP-8、MMP-9 及牙龈 BOP 显著高于 T1 水平($P<0.05$), 而 T3 时病人唾液中 MMP-8、MMP-9 及牙龈 BOP 水平显著低于 T2 水平($P<0.05$), 见表2。

表2 正畸治疗80例与健康受试者40例唾液 MMP-8、MMP-9 水平及牙龈 BOP 变化($\bar{x} \pm s$)

项目	例数	MMP-8/ ($\mu\text{g/L}$)	MMP-9/ ($\mu\text{g/L}$)	BOP/%	PLI/分
对照组	40	0.15±0.07	0.23±0.09	4.97±2.13	0.67±0.27
正畸组	80				
T1		0.16±0.08	0.25±0.13	5.05±2.11	0.71±0.25
T2		0.43±0.11 ^①	3.64±0.76 ^①	21.36±8.79 ^①	2.53±0.43 ^①
T3		0.32± 0.10 ^{①②}	2.02± 0.50 ^{①②}	13.06± 5.80 ^{①②}	1.89± 0.39 ^{①②}
F值		10.75	7.23	5.93	9.18
P值		0.001	0.003	0.008	0.001

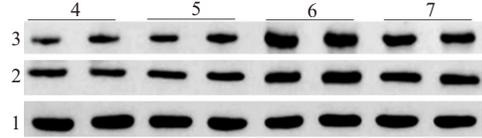
注: MMP-8 为基质金属蛋白酶 8, MMP-9 为基质金属蛋白酶 9, BOP 为探诊出血, PLI 为菌斑指数, T1 为矫治前, T2 为矫治 1 周, T3 为矫治 1 个月。

①与 T1 相比, $P<0.01$ 。②与 T2 相比, $P<0.01$ 。

2.3 正畸病人唾液白细胞数量变化 病人正畸前(T1)唾液中白细胞数量(2 308.66±178.04)个与健康受试者(2 498.92±193.53)个比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。正畸治疗过程, T2、T3 时病人唾液中白细胞数量(17 893.71±505.49)个、(8 532.18±421.89)个, 显著高于 T1 水平($P<0.05$), 而 T3 时病人唾液中白细胞数量显著低于 T2 水平($P<0.05$)。见图1。

2.4 唾液 MMP-8、MMP-9 与 BOP、PLI 相关性分析 正畸病人唾液 MMP-8 与 BOP、PLI 呈正相关($r_s=0.533$ 、 0.516 , 均 $P<0.001$), MMP-9 与 BOP、PLI ($r_s=0.424$ 、 0.422 , 均 $P<0.001$) 呈正相关。

2.5 唾液白细胞中 MMP-8、MMP-9 表达水平变化 正畸前(T1)病人唾液白细胞中 MMP-8、MMP-9 表达量与健康受试者差异无统计学意义($P>0.05$)。正畸治疗过程, T2、T3 时病人唾液白细胞中 MMP-8、MMP-9 表达量显著高于 T1 时病人水平($P<0.05$), 而 T3 时病人唾液中白细胞 MMP-8、MMP-9 表达量显著低于 T2 水平($P<0.05$), 见图2, 表3。



注: 1—3-磷酸甘油醛脱氢酶(GAPDH); 2—基质金属蛋白酶9(MMP-9); 3—基质金属蛋白酶8(MMP-8); 4—健康受试者; 5—矫治前(T1); 6—矫治1周(T2); 7—矫治1个月(T3)。

图2 正畸治疗80例与健康受试者40例唾液白细胞 MMP-8、MMP-9 表达水平

表3 正畸治疗80例与健康受试者40例唾液白细胞中 MMP-8、MMP-9 表达水平($\bar{x} \pm s$)

分组	例数	MMP-8 蛋白相对表达量(MMP-8/GAPDH)	MMP-9 蛋白相对表达量(MMP-9/GAPDH)
对照组	40	0.12±0.02	0.26±0.07
正畸组	80		
T1		0.13±0.03	0.27±0.09
T2		1.33±0.32 ^①	0.93±0.28 ^①
T3		0.83±0.25 ^{①②}	0.55±0.18 ^{①②}
F值		6.90	5.72
P值		0.009	0.017

注: MMP-8 为基质金属蛋白酶 8, MMP-9 为基质金属蛋白酶 9, GAPDH 为 3-磷酸甘油醛脱氢酶, T1 为矫治前, T2 为矫治 1 周, T3 为矫治 1 个月。

①与 T1 相比, $P<0.01$ 。②与 T2 相比, $P<0.01$ 。

2.6 唾液 MMP-8、MMP-9 水平预测正畸治疗过程牙龈炎 ROC 曲线分析 结果显示, 唾液 MMP-8、MMP-9 及二者联合预测牙龈炎发生的 ROC 曲线下面积分别是 0.75、0.87、0.94。

3 讨论

在接受正畸治疗的过程中会出现不同程度的牙龈炎^[9]。牙龈炎是局限于牙龈组织的病变, 最常见的是慢性龈缘炎, 又称边缘性龈炎、单纯性龈炎, 属于“仅与牙菌斑有关的牙龈炎”, 是菌斑性牙龈炎中最常见的疾病。研究人员还显示正畸治疗病人在拔除矫治器后部分恢复正常的临床和微生物变化^[10]。病人在接受正畸治疗的过程中极易出现不同程度的牙龈炎^[11]。探诊出血(BOP)是一种准确且方便地评价牙龈炎症的指标, 能够较好地反映牙周炎症严重程度。尽管如此, BOP 也存在一些缺点, 如检测需要大量时间、难以避免评价尺度导致的差异等。

鉴于这些因素,确定用于评估正畸期间牙周组织状态的特异性生物标志物至关重要。MMPs属于钙依赖性的锌内肽酶家族,其主要作用是降解细胞外基质,作为一类炎症介质对许多疾病发生、发展过程产生影响。MMP-8、MMP-9主要来源于中性粒细胞,当机体组织发生炎症时被释放,能够破坏牙周结缔组织^[12-13]。大量研究表明MMP-8、MMP-9水平不仅在多种牙周疾病中升高,而且在病人正畸过程中也出现升高^[14-16]。本研究发现正畸矫治过程牙龈BOP指标增加,且矫治1周时BOP、PLI水平显著高于矫治1个月。导致该现象的原因如下^[17-18]:一方面矫治1周时由于牵拉,牙齿有疼痛、酸胀的感觉等现象,会加剧牙龈组织的炎症反应,而矫治1个月后,病人适应矫治牵拉,牙齿疼痛、酸胀等感觉减弱,牙龈组织的炎症反应也相应减少;另一方面,矫治后,医生对病人进行系统的口腔卫生宣教,病人采用科学的口腔护理模式,继而减少牙龈组织PLI及BOP。进一步发现在正畸矫治后1周及1个月时病人唾液中MMP-8、MMP-9水平显著高于正畸矫治前,而矫治1个月时病人唾液MMP-8、MMP-9水平显著低于正畸矫治1周。进一步对MMP-8和MMP-9与BOP相关性进行分析发现,唾液MMP-8、MMP-9水平分别与BOP、PLI呈正相关,提示唾液MMP-8、MMP-9水平可反映牙龈炎症水平。口腔发生炎症反应时,炎症细胞会浸入唾液,调控口腔炎症反应^[19]。白细胞是调控炎症反应的关键细胞^[20],通过对口腔细胞分析发现正畸矫治过程病人口腔唾液白细胞数量显著增加,且矫治1周时唾液白细胞数量显著多于矫治1个月时水平。白细胞是MMP-8和MMP-9来源的主要细胞,通过对唾液白细胞分析发现,病人正畸矫治过程唾液白细胞MMP-8和MMP-9表达显著高于矫治前水平,且正畸矫治1周水平显著高于矫治1个月水平,提示唾液中MMP-8、MMP-9可能主要来源于唾液中白细胞。进一步ROC曲线分析发现,唾液MMP-8和MMP-9单独或联合预测正畸矫治过程牙龈炎具有较高准确性。

综上所述,正畸病人唾液MMP-8、MMP-9水平与牙龈炎病情呈正相关,唾液MMP-8、MMP-9可作为评估正畸病人牙龈炎的潜在生物标志物。

(本文图1见插图4-3)

参考文献

[1] 管佳妮, 严斌. 龈沟液内正畸牙移动相关生物标志物的研究进展[J]. 口腔医学研究, 2022, 38(5):400-403.
[2] TEE SHM, SHAHID S, AL-MOHRABI D, et al. An assessment of the impact of adhesive coverage and wire type on fixed retainer failures and force propagation along two types of orthodontic retain-

er wires: an in vitro study[J]. Angle Orthod, 2023, 93(6):712-720.
[3] KARAMANI I, KALIMERI E, SEREMIDI K, et al. Chlorhexidine mouthwash for gingivitis control in orthodontic patients: a systematic review and meta-analysis[J]. Oral Health Prev Dent, 2022, 20(1): 279-294.
[4] CHITRA P, PRASHANTHA GS, RAO A. In vivo investigation of gingival health and oxidative stress changes in patients undergoing orthodontic treatment with and without fluoride use[J]. J Indian Soc Periodontol, 2022, 26(2): 123-129.
[5] BEHM C, NEMEC M, WEISSINGER F, et al. MMPs and TIMPs expression levels in the periodontal ligament during orthodontic tooth movement: a systematic review of in vitro and in vivo studies[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(13): 6967-6969.
[6] OROZCO-PÁEZ J, RODRÍGUEZ-CAVALLO E, DÍAZ-CABALLERO A, et al. Quantification of matrix metalloproteinases MMP-8 and MMP-9 in gingival overgrowth[J]. Saudi Dent J, 2021, 33(5):260-267.
[7] 张询, 林园园, 田群丽. 正畸静压力通过p38MAPK调控牙周膜细胞MMP-2和MMP-9的表达[J]. 口腔医学研究, 2021, 37(4):319-324.
[8] LIN T, YANG L, ZHENG W, et al. Matrix metalloproteinases and Th17 cytokines in the gingival crevicular fluid during orthodontic tooth movement[J]. Eur J Paediatr Dent, 2021 22(2): 135-138.
[9] PANAGIOTOU A, ROSSOUW PE, MICHELOGIANNAKIS D, et al. Role of essential oil-based mouthwashes in controlling gingivitis in patients undergoing fixed orthodontic treatment. A review of clinical trials[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(20):10825.
[10] KAPOOR P, CHOWDHRY A, BAGGA DK, et al. MicroRNAs in oral fluids (saliva and gingival crevicular fluid) as biomarkers in orthodontics: systematic review and integrated bioinformatic analysis[J]. Prog Orthod, 2021, 22(1):31-40.
[11] D'APUZZO F, NUCCI L, DELFINO I, et al. Application of vibrational spectroscopies in the qualitative analysis of gingival crevicular fluid and periodontal ligament during orthodontic tooth movement[J]. J Clin Med, 2021, 10(7):1405-1412.
[12] CAI MJ, ZHENG ZC, BAI ZB, et al. Overexpression of angiogenic factors and matrix metalloproteinases in the saliva of oral squamous cell carcinoma patients: potential non-invasive diagnostic and therapeutic biomarkers[J]. BMC Cancer, 2022, 22(1):530-538.
[13] MILARAS C, LEPETSOS P, DAFOU D, et al. Association of matrix metalloproteinase (MMP) gene polymorphisms with knee osteoarthritis: a review of the literature[J/OL]. Cureus, 2021, 13(10):e18607.DOI: 10.7759/cureus.18607.
[14] LUCHIAN I, GORIUC A, SANDU D, et al. The role of matrix metalloproteinases (MMP-8, MMP-9, MMP-13) in periodontal and peri-implant pathological processes[J]. Int J Mol Sci, 2022, 23(3):1806-1811.
[15] VICENTE A, LABRAVO-GONZALEZ, NAVARRO JA, et al. Effects of diabetes on oxidative stress, periodontal ligament fiber orientation, and matrix metalloproteinase 8 and 9 expressions during orthodontic tooth movement[J]. Clin Oral Investig, 2021, 25(3):1383-1394.
[16] AL-SHIBANI N, AL-KATTAN R, ALSSUM L, et al. Effects of

- ginger (*Zingiber officinale*) on gingival fibroblasts: an in vitro study[J]. Clin Exp Dent Res, 2022, 8(4):906-911.
- [17] SREENIVASAN PK, HARASZTHY VI. Chlorhexidine improves hygiene reducing oral polymorphonuclear leukocytes with antimicrobial effects at distinct microenvironments amongst subjects stratified by health status[J]. Antibiotics (Basel), 2022, 11(5):603.
- [18] SHRESTHA B, WICHAJ W, SRIKHIRIN T, et al. Impact of household vinegar on calculus removal and mechanical properties of orthodontic resin[J]. J Orofac Orthop, 2021, 82(1):54-63.
- [19] MEADE MJ, SOORIAKUMARAN P, JU X, et al. Evaluation of orthodontic retention and retainer content on the Reddit social media website[J]. J World Fed Orthod, 2023, 12(5):213-219.
- [20] NEELA PK, TATIKONDAA VK, SYED MW, et al. Influence of orthodontic brackets and permanent retainers on the diagnostic image quality of MRI scans: a preliminary study[J]. Dent Med Probl, 2021, 58(4):499-508.

(收稿日期:2022-08-19,修回日期:2023-10-17)

引用本文:王慧,丁伟洁,卢红梅,等.基于GM(1,1)模型的江苏省淮安市5岁以下儿童死亡预测分析[J].安徽医药,2024,28(4):750-755.DOI:10.3969/j.issn.1009-6469.2024.04.024.

◇临床医学◇



基于GM(1,1)模型的江苏省淮安市5岁以下儿童死亡预测分析

王慧¹,丁伟洁¹,卢红梅¹,李晓宇¹,何鹏²,朱晓琴¹

作者单位:¹扬州大学附属淮安市妇幼保健院群体保健科,江苏 淮安 223001;

²徐州医科大学公共卫生学院,江苏 徐州 221009

通信作者:朱晓琴,女,主任医师,研究方向为妇幼保健管理、出生缺陷防治,Email:zxq_ok_hi@126.com

基金项目:江苏省卫生健康委医学科研重点项目(ZD2021044);江苏省妇幼健康科研项目(F201932);

淮安市卫生健康科研项目(HAWJ202020);淮安市科技项目(HAB202043)

摘要 **目的** 分析2008年1月1日至2021年12月31日淮安市5岁以下儿童死亡现状,构建灰色GM(1,1)预测模型预测2022—2025年淮安市5岁以下儿童死亡变化趋势。**方法** 数据来源于江苏省妇幼卫生信息系统监测数据。采用描述流行病学方法综合分析2008—2021年淮安市5岁以下儿童死亡死因并评估失能调整寿命年(DALY)损失,用R3.6.2软件构建灰色GM(1,1)预测模型预测淮安市2022—2025年不同年龄段儿童死亡率和非故意伤害死亡发生率。**结果** 2008—2021年淮安市共报告5岁以下儿童死亡3 315例,平均死亡率为4.44‰,总体呈下降趋势。5岁以下儿童主要死因为意外窒息、先天性心脏病、早产或低出生体重、出生窒息、溺水。14年间因5岁以下儿童死亡共损失111 141.98个DALY。GM(1,1)模型结果显示,除了交通意外的模型精确等级结果为3级,其他指标的预测模型拟合效果均较好。2022—2025年预测结果显示,除交通意外死亡率呈逐年上升趋势外,不同年龄段5岁以下死亡和非故意伤害死亡率均呈下降趋势。**结论** GM(1,1)对5岁以下儿童死亡预测的拟合效果较好,可以应用于预测。灰色GM(1,1)预测模型预测2022—2025年淮安市5岁以下儿童死亡率总体呈下降趋势,政府相关部门应进一步加强儿童早产、先天性心脏病及非故意伤害的防控和救治工作,把5岁以下儿童死亡率控制在更低的水平。

关键词 儿童死亡率; 灰色预测模型; GM(1,1); 儿童,学龄前; 预测分析; 江苏省淮安市

Prediction analysis of the mortality of children under 5 years old based on GM(1,1) model in Huai'an city, Jiangsu province

WANG Hui¹, DING Weijie¹, LU Hongmei¹, LI Xiaoyu¹, HE Peng², ZHU Xiaojin¹

Author Affiliations:¹Department of Preventive Health Care, Affiliated Hospital of Yangzhou University Huai'an Maternal and Child Health Care Center, Huai'an, Jiangsu 223001, China;²School of Public Health, Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu 221009, China

Abstract **Objective** To analyze the status of mortality among children under 5 years old in Huai'an city from January 1, 2008 to December 31, 2021, and construct a grey GM(1,1) model to predict the mortality trend of children under 5 years old in Huai'an city from 2022 to 2025. **Methods** Data were obtained from the maternal and child health information system of Jiangsu province. Descriptive epidemiological method was used to comprehensively analyze the causes of death and estimate the loss of disability adjusted life years (DALY) among children under 5 years old in Huai'an from 2008 to 2021. The grey GM(1,1) model was constructed to predict the