

狂犬病疫苗免疫失败的多因素分析与对策

李漪舟

东莞市东坑镇农业技术服务中心 广东 东莞 523451

摘要：文章聚焦狂犬病疫苗免疫失败问题，先阐述其免疫机制与成功标准，接着从接种时间、个体差异、疫苗质量、保存条件、伤口处理、免疫抑制、接种程序与剂量、注射技术等多方面分析免疫失败因素。针对这些问题提出加强疫苗接种管理、改善保存运输条件等对策，并通过案例分析总结经验教训，旨在降低免疫失败风险，保障公众健康安全。

关键词：狂犬病疫苗；免疫失败；多因素分析；对策措施

引言：狂犬病是一种严重威胁人类健康的急性传染病，一旦发病，死亡率几乎为100%。狂犬病疫苗接种是预防狂犬病的关键措施，然而在实际应用中，存在免疫失败的情况。深入分析狂犬病疫苗免疫失败的多因素，并探寻有效的对策措施，对于提高疫苗免疫效果、降低狂犬病发病率具有重要意义，本文将就此展开探讨。

1 狂犬病疫苗免疫机制及免疫成功标准

1.1 狂犬病疫苗免疫机制

狂犬病疫苗免疫机制是刺激机体免疫系统产生特异性免疫反应以预防狂犬病病毒感染的复杂过程。疫苗进入人体后，其抗原成分被免疫系统识别。抗原呈递细胞（如树突状细胞和巨噬细胞）摄取并处理抗原，将抗原肽与MHC分子结合后呈递到细胞表面，激活初始T淋巴细胞，使其分化为辅助性T细胞（Th细胞）和细胞毒性T淋巴细胞（CTL）。Th细胞起关键调节作用，分泌白细胞介素-2（IL-2）、干扰素- γ （IFN- γ ）等细胞因子，进一步激活B淋巴细胞和CTL。B淋巴细胞在抗原和细胞因子刺激下增殖分化为浆细胞，合成分泌狂犬病病毒中和抗体，该抗体能与病毒表面糖蛋白结合，阻止病毒与宿主细胞受体结合，阻断病毒入侵。CTL可直接识别并杀伤被感染细胞，防止病毒扩散^[1]。免疫系统会形成免疫记忆，机体再次接触病毒时，记忆B淋巴细胞和记忆T淋巴细胞能迅速激活，快速产生大量抗体和效应T细胞，为机体提供长期免疫保护。

1.2 狂犬病疫苗免疫成功标准

判断狂犬病疫苗免疫是否成功需综合多方面指标。血清学检测是重要手段，主要检测狂犬病病毒中和抗体水平。通常在全程接种疫苗后的第14-28天，血清中抗体滴度达到或超过0.5IU/ml被视为免疫成功标准之一。若抗体滴度低于此值，可能表明免疫反应不充分，需进一步评估并采取措施。除血清学指标外，还需结合临床

观察。接种疫苗后一段时间内，密切观察接种者是否出现恐水、怕风、咽肌痉挛、进行性瘫痪等狂犬病相关症状。若暴露后及时、规范接种疫苗，观察期内未出现上述症状，且血清学检测抗体滴度达标，可初步判定免疫成功。但需注意，免疫成功并不意味着绝对不会被感染，因狂犬病病毒致病机制复杂，个体免疫反应存在差异，不过符合上述标准通常意味着机体对病毒具有一定免疫保护能力。

2 狂犬病疫苗免疫失败的多因素分析

2.1 接种时间与个体差异

接种时间对狂犬病疫苗的免疫效果有着重要影响。狂犬病暴露后，越早接种疫苗，越能及时刺激机体产生免疫反应，从而更有效地预防狂犬病的发生。如果接种时间延迟，病毒可能在体内大量繁殖，超过免疫系统能够控制的范围，导致免疫失败。个体差异也是导致免疫失败的重要因素之一，不同个体的免疫系统功能存在差异，一些人可能由于遗传因素、年龄、健康状况等原因，免疫系统对疫苗的反应较弱。例如，老年人、患有免疫缺陷疾病（如艾滋病、恶性肿瘤接受放化疗等）或长期使用免疫抑制剂的人群，其免疫系统功能低下，对狂犬病疫苗的免疫应答能力较弱，可能无法产生足够的中和抗体，从而增加免疫失败的风险。

2.2 疫苗质量与保存条件

疫苗质量是保证免疫效果的基础。如果疫苗在生产过程中存在质量问题，如抗原含量不足、纯度不够、灭活不彻底等，都会影响疫苗的免疫原性，导致免疫失败。一些非正规渠道生产的疫苗可能存在质量隐患，无法提供有效的免疫保护。此外，疫苗的保存条件对其质量也有着至关重要的影响。狂犬病疫苗需要在特定的温度条件下保存，一般为2-8℃。如果保存温度过高或过低，都可能导致疫苗中的抗原成分失活或变性，从而降

低疫苗的免疫效果。在基层医疗机构,由于缺乏完善的冷藏设施或管理不善,也可能出现疫苗保存不当的情况。

2.3 伤口处理不当

伤口处理是狂犬病暴露后预防的重要环节之一。如果伤口处理不当,病毒可能在伤口局部大量繁殖,并迅速侵入神经系统,即使接种了狂犬病疫苗,也可能无法有效清除病毒,导致免疫失败。伤口处理不当主要包括以下几个方面:一是伤口清洗不彻底,没有使用肥皂水和流动清水充分冲洗伤口,或者冲洗时间不足,无法有效去除伤口内的病毒;二是伤口消毒不规范,没有使用合适的消毒剂(如碘伏、酒精等)对伤口进行消毒,或者消毒范围不够广泛,不能有效杀灭伤口周围的病毒;三是伤口缝合不当,对于一些较深的伤口,如果过早缝合,可能会在伤口内形成厌氧环境,有利于狂犬病病毒的繁殖。另外,如果伤口处理过程中没有及时清除伤口内的异物和坏死组织,也可能影响伤口的愈合和免疫效果。

2.4 免疫抑制因素

免疫抑制因素会削弱机体的免疫功能,从而影响狂犬病疫苗的免疫效果。除了前面提到的患有免疫缺陷疾病和长期使用免疫抑制剂的人群外,一些其他因素也可能导致免疫抑制^[2]。长期的精神压力、睡眠不足等也可能影响免疫系统的平衡,降低免疫细胞的功能。某些病毒感染,如流感病毒、巨细胞病毒等,也可能在感染期间抑制机体的免疫功能,影响狂犬病疫苗的免疫效果。在这些情况下,即使接种了狂犬病疫苗,机体也可能无法产生足够的中和抗体,从而增加免疫失败的风险。

2.5 接种程序与剂量不当

规范的接种程序和适当的剂量是保证狂犬病疫苗免疫效果的关键。目前,狂犬病疫苗的接种程序主要有5针法和“2-1-1”法。如果接种程序不正确,如漏种、错种或接种间隔时间过长,都会影响免疫效果。疫苗的剂量也必须严格按照规定使用。如果剂量不足,无法刺激机体产生足够的免疫反应;如果剂量过大,可能会引起不良反应,同时也不一定能提高免疫效果。在一些基层医疗机构,由于工作人员对接种程序和剂量的掌握不准确,或者为了节省成本等原因,可能会出现接种程序和剂量不当的情况。

2.6 注射技术与人员操作

注射技术和人员操作也会影响狂犬病疫苗的免疫效果。正确的注射技术能够确保疫苗准确地注射到肌肉组织中,使疫苗能够被有效地吸收和利用。如果注射部位选择不当,如注射到皮下组织或脂肪层,可能会影响疫苗的吸收速度和效果。此外,注射时的角度、深度和速

度等也会影响疫苗的注射效果。人员操作不规范还可能导致交叉感染等问题。在一些基层医疗机构,由于工作人员缺乏专业的培训,或者工作态度不认真,可能会出现注射技术和人员操作不规范的情况。

3 预防狂犬病疫苗免疫失败的对策措施

3.1 加强疫苗接种管理

建立健全狂犬病疫苗接种管理制度,加强对疫苗接种工作的监督和管理。加强对疫苗接种人员的培训,提高其业务水平和责任意识,确保接种人员能够熟练掌握接种程序、剂量和注射技术。建立疫苗接种档案,详细记录接种者的基本信息、接种时间、接种剂次、疫苗批号等内容,以便对接种情况进行跟踪和追溯。加强对疫苗接种点的管理,确保接种点具备必要的设施和条件,如冷藏设备、消毒设备等,保证疫苗的质量和接种的安全性。

3.2 改善疫苗保存与运输条件

加大对疫苗保存和运输设施的投入,确保疫苗在保存和运输过程中始终处于适宜的温度环境。建立完善的疫苗冷链系统,对疫苗的储存、运输和配送过程进行实时监控,及时发现和处理温度异常情况^[3]。加强对疫苗冷链设备的管理和维护,定期进行检查和校准,确保设备的正常运行。同时加强对疫苗供应商的管理,要求其提供符合质量标准的疫苗,并严格按照规定的条件进行运输和储存。

3.3 正确处理伤口

加强对狂犬病暴露后伤口处理的宣传和培训,提高医务人员和公众对伤口处理重要性的认识。制定规范的伤口处理流程,要求医务人员在处理伤口时严格按照流程进行操作。确保伤口清洗彻底,使用肥皂水和流动清水充分冲洗伤口至少15分钟,然后用碘伏或酒精等消毒剂对伤口进行消毒。对于较深的伤口,应避免过早缝合,必要时进行清创和引流。同时及时清除伤口内的异物和坏死组织,促进伤口的愈合。

3.4 评估个体免疫状态

在接种狂犬病疫苗前,对暴露者进行个体免疫状态评估。对于免疫功能低下的人群,如老年人、患有免疫缺陷疾病或长期使用免疫抑制剂的人群,应采取特殊的接种措施。例如,可以适当增加疫苗接种剂量或接种次数,以提高免疫效果。在接种疫苗后,加强对这些人群的监测,定期检测血清中狂犬病病毒中和抗体水平,及时调整接种方案。

3.5 规范接种程序与剂量

严格按照规定的接种程序和剂量进行狂犬病疫苗接

种。加强对疫苗接种人员的培训,使其熟悉不同接种程序的具体要求和操作方法。在接种过程中,认真核对疫苗批号、接种剂次和接种时间,确保接种程序的准确性。严格按照规定的剂量进行接种,避免剂量不足或过量。建立疫苗接种提醒机制,及时通知接种者按时接种后续针次,避免漏种或错种。

3.6 提高注射技术与人员操作能力

加强对疫苗接种人员的注射技术培训,提高其注射操作的规范性和准确性。培训内容包括注射部位的选择、注射角度和深度的掌握、注射速度的控制等。定期组织注射技术考核,对不合格的人员进行再次培训和考核,确保其能够熟练掌握注射技术。同时加强对注射人员操作规范的监督,要求其在注射过程中严格遵循无菌操作原则,避免交叉感染的发生。

4 狂犬病疫苗免疫失败的案例分析

4.1 案例选取与介绍

选取某地区近年来发生的几例狂犬病疫苗免疫失败案例进行分析。其中一例为一名60岁的男性患者,因被流浪狗咬伤右手,伤口较深,出血较多。患者在暴露后3天才到当地医院就诊,医院按照规范对伤口进行了处理,并为其接种了狂犬病疫苗,采用5针法接种程序。然而,在接种完第4针疫苗后,患者开始出现恐水、怕风等症状,最终被诊断为狂犬病,经抢救无效死亡。另一例为一名5岁的女童,被家养宠物猫抓伤面部,伤口较浅。家长在暴露后24小时内带女童到当地诊所接种狂犬病疫苗,但诊所工作人员在接种过程中未严格按照规定程序操作,注射部位选择不当,且注射剂量不足。女童在接种完3针疫苗后,出现发热、头痛等症状,随后病情加重,最终确诊为狂犬病。

4.2 免疫失败原因分析

对于第一例案例,免疫失败的原因主要包括接种时间延迟和个体免疫功能低下。患者被咬伤后3天才接种疫苗,此时病毒可能在体内大量繁殖,超过了免疫系统能够控制的范围。患者年龄较大,免疫系统功能相对较弱,对疫苗的免疫应答能力不足,导致无法产生足够的中和抗体来清除病毒。对于第二例案例,免疫失败的主要原因是注射技术与人员操作不当^[4]。诊所工作人员未严

格按照规定程序操作,注射部位选择不当和注射剂量不足,影响疫苗的吸收和免疫效果,导致患者未能获得有效的免疫保护。

4.3 经验教训总结

从这些案例中可以总结出以下经验教训:一是要加强对狂犬病暴露后及时接种疫苗的宣传,提高公众对狂犬病危害的认识,确保暴露者能够在第一时间接种疫苗。二是要加强对基层医疗机构疫苗接种工作的管理和监督,提高接种人员的业务水平和责任意识,确保接种程序和剂量的规范性。三是要重视个体免疫状态的评估,对于免疫功能低下的人群,要采取特殊的接种措施,提高免疫效果。四是要加强对疫苗接种技术和人员操作的培训,提高注射技术的准确性和规范性,避免因操作不当导致免疫失败。通过这些措施的实施,可以有效降低狂犬病疫苗免疫失败的风险,保障公众的健康和安全。

结束语

狂犬病疫苗免疫失败受多种因素影响,涉及接种时间、个体差异、疫苗质量、操作规范等多个环节。通过加强疫苗接种管理、改善保存运输条件、规范伤口处理、评估个体免疫状态、规范接种程序与剂量以及提高注射技术与人员操作能力等措施,可有效降低免疫失败风险。未来还需持续研究,不断完善防控策略,以更好地保障公众健康。

参考文献

- [1]郑谋凤,余紫薇,马田宁,等.高羊毛氨酸硒对幼龄比格犬抗氧化指标及狂犬病疫苗免疫效果的影响[J].中国兽医学报,2021,41(06):1135-1139+1153.
- [2]王艳凤,陈学杰,祝洪伟,等.宠物犬临床免疫失败的原因分析和防控对策[J].中国畜牧业,2023(22):125-126.
- [3]宋开发,王四全,骆金俊,等.2015-2021年湖北省狂犬病流行特征及暴露后免疫失败病例分析[J].公共卫生与预防医学,2023,34(4):35-38,127.
- [4]叶凌云,任小艳.个体化的全程健康教育对狂犬病暴露者疫苗接种依从性的影响分析[J].齐齐哈尔医学院学报,2021,42(07):630-633.