

Argon kaltes atmosphärisches Plasma reduziert *in vitro* Pathogene, die häufig bei Pferden mit bakterieller Keratitis vorkommen

Nele Winter¹, Hilke Oltmanns², Jessica Meißner², Bernhard Ohnesorge¹, Claudia Busse³

¹ Klinik für Pferde, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, 30559 Hannover, Deutschland; ² Institut für Pharmakologie, Toxikologie und Pharmazie, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, 30559 Hannover, Deutschland; ³ Klinik für Kleintiere, Abteilung Ophthalmologie, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, 30559 Hannover, Deutschland

Einleitung

In diesem Versuch wurde die antimikrobielle Wirksamkeit von kaltem atmosphärischem Plasma (KAP) gegen häufige Augenpathogene bei Pferden *in vitro* getestet.

Material und Methoden

Staphylococcus (S.) *aureus*, *Streptococcus equi* subspecies *zooepidemicus* (*Str. zooepidemicus*), *Pantoea* (P.) *agglomerans*, *Enterobacter* (E.) *hormaechei* und *Bacillus* (B.) *cereus* wurden von Pferden mit infektiöser Keratitis isoliert. Jeweils fünf Isolate und ein Referenzkeim wurden kultiviert und mit dem kiNPen Vet® unter Verwendung von Argongas bei einer Durchflussrate von 3,1 l/min und einem konstanten Druck von 2,5 bar behandelt. Die Isolate wurden in Duplikation bei einem Anwendungsabstand von 3, 6 und 18 mm für vier verschiedene Behandlungsdauern (0,5; 4 x 0,5; 2; 5 Minuten) behandelt. In der Kontrollgruppe wurde nur Argongas verwendet. Die antimikrobielle Wirkung wurde durch das Messen der Hemmzone mit Hilfe einem digitalen Messschieber bestimmt.

Ergebnisse

In allen mit KAP behandelten Gruppen wurden Hemmzonen beobachtet, während die Kontrollgruppe keine Verringerung des Bakterienwachstums zeigte. Die KAP-Behandlung war bei einer Dauer von 5 Minuten und einem Abstand von 3 mm am wirksamsten. Dort wurden die größten Hemmzonen bei *Str. zooepidemicus* und *B. cereus* mit einer Verringerung des Gesamtwachstums beobachtet. Für die anderen Bakterien betrugen die Hemmzonen >30 mm (*S. aureus*), 21 mm (*P. agglomerans*) und 20 mm (*E. hormaechei*). Bei einem Abstand von 3 und 6 mm zeigten die Behandlungen bei allen Bakterienarten vergleichbare Ergebnisse, insbesondere bei einer Dauer von 4 x 0,5 Minuten. Die Hemmzonen variierten zwischen >30 mm (*Str. zooepidemicus*), 19 bis >30 mm (*B. cereus*), 17 mm (*S. aureus*), 18 mm (*P. agglomerans*) und 16 mm (*E. hormaechei*). Die Ergebnisse aller Duplikate waren vergleichbar.

Diskussion und Schlussfolgerung

Argon kaltes Atmosphären Plasma zeigte *in vitro* eine starke antimikrobielle Wirkung auf *B. cereus*, *E. hormaechei*, *P. agglomerans*, *S. aureus* und *Str. zooepidemicus*. Alle fünf Pathogene kommen häufig bei Equiner bakterieller Keratitis vor (3, 5, 7, 10, 11) und die Ergebnisse sind vergleichbar mit anderen Augenpathogenen (6, 8). Darüber hinaus konnte auch eine sehr gute Wirksamkeit gegen den Methicillin-resistenten *S. aureus* nachgewiesen werden, wie schon bereits in anderen Studien (6, 8). Die Sicherheit von KAP *in vivo* muss bei Pferden noch überprüft werden, aber die Verträglichkeit bei anderen Spezies zeigen vielversprechende Ergebnisse (1, 2, 4, 9).

Zusammenfassend zeigte KAP *in vitro* eine starke antimikrobielle Wirksamkeit und könnte in Zukunft als Therapie bei der Behandlung von bakterieller Keratitis bei Pferden eingesetzt werden.

Referenzen

1. Alhabshan R, Belyea D, Stepp MA, Barratt J, Grewal S, et al. (2013) Effects of In-vivo Application of Cold Atmospheric Plasma on Corneal Wound Healing in New Zealand White Rabbits. *Int J Ophthalmic Pathol* 2:3. DOI: 10.4172/2324-8599.1000118
2. Brun P, Brun P, Vono M, Venier P, Tarricone E, et al. (2012) Disinfection of Ocular Cells and Tissues by Atmospheric-Pressure Cold Plasma. *PLoS ONE* 7(3): e33245. Doi: 10.1371/journal.pone.0033245
3. Deniaud M, Tee E (2002) Susceptibility pattern of bacterial isolates in equine ulcerative keratitis: Implications for empirical treatment at a university teaching hospital in Sydney. *Australian Veterinary Journal*. 101, 3. DOI: 10.1111/avj.13221
4. Dick J, Lockow S, Baumgärtner W, Volk HA and Busse C (2025) Short-term effects of argon cold atmospheric plasma on canine corneas *ex vivo*. *Front. Vet. Sci.* 12:1518071. Doi: 10.3389/fvets.2025.1518071.
5. Foote BC, Hendrix DVH, Ward DA, Rajeev S, Smith JS et al. (2023) Monitoring trends in antimicrobial susceptibility patterns of bacterial isolates from horses with ulcerative keratitis. *Equine Veterinary Education*, 35, 597–606. DOI: 10.1111/eve.13812
6. Marx AH, Oltmanns H, Meißner J, Verspohl J, Fuchsluger T and Busse C (2024) Argon cold atmospheric plasma eradicates pathogens *in vitro* that are commonly associated with canine bacterial keratitis. *Front. Vet. Sci.* 10:1320145. Doi: 10.3389/fvets.2023.1320145.
7. Mustikka MP, Grönthal TSC, Pietilä EM (2020) Equine infectious keratitis in Finland: Associated microbial isolates and susceptibility profiles. *Vet Ophthalmol.*, 23:148– 159. DOI: 10.1111/vop.12701
8. Reitberger HH, Czugala M, Chow C, et al. (2018) Argon Cold Plasma-A Novel Tool to Treat Therapy-resistant Corneal Infections. *Am J. Ophthalmol.* 2028;190:150-163. DOI: 10.1016/j.ajo.2018.03.025
9. Soukup P, Lettmann S, Erhard M, Spornberger J, Finneisen M et al. (2024) Argon cold atmospheric plasma treatment in corneal disease: feasibility, safety and tolerability in clinical setting. Abstract ECVO conference 2024
10. Uchida-Fujii E, Kuroda T, Niwa H, Kinoshita Y, Kano R et al. (2024) Bacterial and fungal isolates from 107 cases of ulcerative keratitis in Japanese Thoroughbred racehorses (2017-2021). *Journal of Equine Veterinary Science*, 133:104990. DOI: 10.1016/j.jevs.2023.104990
11. Verdenius CY, Slenter IJM, Hermanns H, Broens EM, Djajadiningrat-Laanen SC (2023) Equine ulcerative keratitis in the Netherlands (2012-2021): Bacterial and fungal isolates and antibiotics susceptibility. *Equine Veterinary Journal*, 2024;1-9. DOI: 10.1111/evj.14059

Kontaktadresse

Nele Winter, Klinik für Pferde, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Bünteweg 9, 30559 Hannover

nele.winter@tiho-hannover.de