

Badanie kuli kalibru .223 jako potencjalnego źródła infekcji bakteriami *Escherichia coli*.

Jeremi Aneszko 2P1, XXXIII LO w Warszawie, Opiekun: Aneta Tułacz

1. Streszczenie

Badanie miało ustalić, czy bakterie *Escherichia coli* znajdujące się na powierzchni kuli kalibru .223 są w stanie przetrwać wystrzał i stanowić źródło infekcji rany postrzałowej. Bakterie namnożono w LB, a następnie naniesiono na wysterylizowane etanolem kule. Z karabinka AR-15 wystrzelono 10 kul badawczych oraz 10 kontrolnych. Kontrole stanowiły kule jedynie zdezynfekowane. Kulochwyty były dwie skrzynie wypełnione sterylnym piaskiem. Z odzyskanych pocisków, wykonano wymazy na LB Agar, a następnie każdy umieszczono w 15 ml LB. Z kanałów utworzonych przez pociski w piasku, pobrano próbki, które umieszczono w 15 ml LB. Po 24h, w żadnym pomiarze z wystrzelonych pocisków oraz z kanałów w piasku nie wykształciły się kolonie badanych bakterii. Badanie dowodzi, że *Escherichia coli* znajdujące się na powierzchni kuli .223 umierają w trakcie wystrzału, nie mogą więc infekować ran postrzałowych.

2. Wstęp

Ostatnie konflikty przypomniały o powszechności infekcji na polu bitwy, które często dotyczą ran postrzałowych [3]. Przez to, że pocisk stanowi hipotetyczne źródło zakażenia takowej rany, kilka grup zbadało to zagadnienie, potwierdzając ryzyko. Niestety, dostępne prace dotyczą jedynie amunicji o małym kalibrze, dlatego podjąłem się poszerzenia tych badań [11,9].

Mój eksperyment jako pierwszy bada autosterylizację pocisku .223 oraz używa *Escherichia coli* jako obiektu badawczego. Innowacją jest sprawdzenie właściwości antyseptycznych stopu CuZn10.

Po analizie literatury postawiono następujące hipotezy:

Hipoteza zerowa: Warunki panujące na będącym w locie pocisku .223 nie powodują śmierci znajdujących się na nim komórek *Escherichia coli*.

Hipoteza alternatywna: Warunki panujące na będącym w locie pocisku .223 powodują śmierć znajdujących się na nim komórek *Escherichia coli*.

3. Materiały i metody

Badaną bakterią była *Escherichia coli* DH5α. Użyto tego gatunku, gdyż jest powszechną w środowisku bakterią kałową, oraz często powoduje infekcje ran postrzałowych [8,3]. Szczep DH5α wybrano przez jego niepatogenność i szybki wzrost [5].

W badaniu wykorzystano pełnopłaszczową amunicję kalibru .223 Remington produkcji Sellier&Ballot, z płaszczem z CuZn10 [7]. Wybrano ją z powodu identycznej budowy do amunicji 5.56×45mm NATO [4]. Do jej wystrzelenia użyto karabinka AR-15 produkcji ArmaLite, gdyż platforma ta jest standardem NATO i jedną z najpopularniejszych broni na świecie [6].

Kulochwyty były dwie, umyte etanolem, plastikowe skrzynie wypełnione piaskiem. Jedna przeznaczona była na próby kontrolne, druga na badawcze. Ze skrzyń pobrano wymazy w celu

sprawdzenia ich sterylności. Piasek wysterylizowano poprzez wypiekanie w 220°C przez 2h. Aby potwierdzić jego sterylność, pobrano 4 próbki.

Do 15 ml LB przeniesiono kolonie *Escherichia coli*. Prowadzono inkubację przez 24h w 37°C. Następnie materiały przetransportowano na strzelnicę ZKS-Warszawa. Karabinek AR-15 wyczyszczono, po czym z lufy pobrano wymaz. Stężonym etanolem wysterylizowano 20 kul .223. Aby potwierdzić sterylność, z każdej pobrano wymaz. Na 10 kul wacikiem naniesiono 0,5 ml kolonii LB. 10 kolejnych stanowiło próby kontrolne. Następnie, przygotowane kule wystrzelono do odpowiednich kulochwyków. Ze względów bezpieczeństwa, dystans do kulochwyków wynosił 50 m. Po wystrzałach, z lufy pobrano wymaz. Z kulochwyków odsiano pociski, a z kanałów, które utworzyły w piasku, pobrano próbki. Użyto sterylnych narzędzi. W domu, z odzyskanych pocisków pobrano wymazy, a następnie każdy pocisk umieszczono w 15 ml LB. Wszystkie wymazy przeniesiono na LB Agar. Próbkę piasku umieszczono w 15 ml LB.

Aby sprawdzić krótkoterminowy wpływ budującego płaszcz CuZn10 na badane bakterie, na dwa wysterylizowane etanolem pociski .223 naniesiono 0,5 ml kolonii LB. Po 10 min, z pocisków pobrano wymazy, które przeniesiono na LB Agar. Kontrolnie, przed naniesieniem, z pocisków pobrano wymazy.

4. Wyniki

Tab.1 Wyniki po 24h inkubacji w 37°C

Pole: **Czerwone:** brak kolonii, **Zielone:** kolonie obecne, **Puste:** nie wykonano.

Nr	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	R	S
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		

Nr: Numer próby, **A:** Wymaz z wystrzelonej kuli badawczej, **B:** Wymaz z wystrzelonej kuli kontrolnej, **C:** Pocisk z próby badawczej w LB, **D:** Pocisk z próby kontrolnej w LB, **E:** Wymaz ze zdezynfekowanej kuli z próby badawczej, **F:** Wymaz ze zdezynfekowanej kuli z próby kontrolnej, **G:** Próbkę kanałów pocisków z kulochwytu badawczego w LB, **H:** Próbkę kanałów pocisków z kulochwytu kontrolnego w LB, **I:** Wymaz ze zdezynfekowanego pocisku użytego w J, **J:** Wymaz ze zdezynfekowanego pocisku z naniesionymi koloniami, **K:** Rozmaz z użytej kolonii LB, **L:** Wymaz z lufy przed wystrzałami, **M:** Wymaz z lufy po wystrzałach, **N:** Kontrola piasku, **O:** Kontrola kulochwytu badawczego, **P:** Kontrola kulochwytu kontrolnego, **R:** Kontrola LB Agar, **S:** Kontrola LB.

5. Dyskusja

Wyniki pokazują, że warunki panujące na kuli .223 podczas wystrzału, zabijają obecne na niej bakterie *Escherichia coli*, potwierdzając hipotezę alternatywną. Prawdopodobnie, śmierć komórek powoduje wysoka temperatura wystrzelonej kuli, która podczas uderzenia osiąga 800°C [1].

Wykształcenie kolonii w próbach z niewystrzelonego pocisku z nałożonymi bakteriami *Escherichia coli* dowodzi, że właściwości stopu CuZn10 nie sterylizują pocisku w badanym czasie. Przez antyseptyczne właściwości miedzi, z której w 90% składa się CuZn10, prawdopodobnie długotrwałe życie badanych bakterii na powierzchni kuli .223 jest niemożliwe [2,10].

Badanie wykazało, iż pocisk .223 nie może być źródłem infekcji *Escherichia coli*. Jest to istotne dla leczenia zainfekowanych tą bakterią ran postrzałowych, gdyż wyklucza odłamki pocisku jako rezerwuary infekcji.

Różnica między wynikami z literatury a uzyskanymi przeze mnie, może wynikać z wykorzystania amunicji o innym kalibrze i innego gatunku bakterii, lub różnicy dystansu do kulochwyty. Wobec tego wymagane są dalsze eksperymenty, aby ustalić, w jakich okolicznościach kule stanowią potencjalne źródło infekcji.

6. Literatura

- 1.Finney.(2015). *A study of wildfire ignition by Rifle Bullets*. Fire Technology.
- 2.Metal Rolling Services.(2022). *Brass CuZn10*. [Dostęp](#).
- 3.Murray.(2008). *Epidemiology of infections associated with combat-related injuries in Iraq and Afghanistan*. Journal of Trauma.
- 4.NATO.(1993). *STANAG-4172*. [Dostęp](#).
- 5.New England Biolabs.(2022). *NEB®5-alpha Competent E.coli*. [Dostęp](#).
- 6.Schehl.(2022). *Commandant approves M4 as standard weapon for Marine Infantry*. Marine Corps Times. [Dostęp](#).
- 7.Sellier & Bellot.(2022). *5,56×45mm*. [Dostęp](#).
- 8.Tenaillon.(2010). *The population genetics of Commensal Escherichia coli*. Nature Reviews Microbiology.
- 9.Thoresby.(1967). *The mechanisms of primary infection of bullet wounds*. Br J Surg.
- 10.Wilks.(2005). *The survival of Escherichia coli O157 on a range of metal surfaces*. International Journal of Food Microbiology.
- 11.Wolf.(1978). *Autosterilization in low-velocity bullets*. Journal of Trauma.