

Er tørr dekontaminering bedre enn våt dekontaminering ved kjemiske hendelser i et nordisk klima?

En litteraturstudie



Saharat Subphatkul Laksana

Prosjektoppgave ved det medisinske fakultetet

UNIVERSITET I OSLO

Våren 2021

**Veiledere: Mari A. Bjørnaas og Dag Jacobsen ved akuttmedisinske avdeling
Ullevål, Oslo Universitetssykehus HF**

Abstract

The aims of this literature study were to compare dry decontamination (DD) with wet decontamination (WD) in regard to chemical incidents in a civil setting, and to discuss whether or not DD could replace WD, to reduce the risk of hypothermia.

The search included databases such as Pubmed, Cochrane, Embase and Epistemomikos. Keywords were chosen to include relevant terms of chemical agents, decontamination and hypothermia. In addition, the PRISM guidance for chemical incidents, were searched for relevant references. The search resulted in 623 papers, which underwent evaluation criteria. Four studies were not available in full text and were therefore excluded.

Of the 31 studies included, one was of low, four were moderate and 26 were of high quality. Nine studies focused solely on DD, whereas 8 studies included only WD. There were 14 studies that included both methods. Of the nine studies only including DD, all concluded that the methods used had good decontamination effect. RSDL, FE, DDGel, Blue roll and Wound dressing were the best decontamination products. All the eight WD-only studies showed good effect. Of the 14 studies that included both methods, nine of them had results where DD were the best alternative. In comparison, three studies displayed WD as the better alternative, and two studies indicates similar effect in DD and WD.

In conclusion, DD seems to be as good as or an even better alternative than WD, when it comes to decontaminate chemical incidents in a civil setting. This would be beneficial, to avoid hypothermia, when decontamination is performed in cold climates.

Innhold

Abstract	2
Introduksjon	4
Hvilke dekontamineringsmetoder finnes?	4
Hypotermirisiko ved våt dekontaminering i nordisk klima.....	6
Formålet med litteraturstudien	8
Metode.....	10
Valg av PRISM guidelines og NFR	10
Utvalgte databaser	10
Inklusjonskriterier	11
Eksklusjonskriterier:.....	13
Søkestrategi	13
Resultater.....	16
Søkeresultater	16
Studiens kvalitet	16
Resultatet fra søkestrategien: Studier som støttet tørr dekontaminering	19
Resultatet fra søkestrategien: Studier som støttet våt dekontaminering.....	20
Resultatet fra søkestrategien: Studier som omtalte både tørr og våt dekontaminering	21
Resultatet fra referansesøket i PRISM retningslinjer:	23
Diskusjon.....	24
Hvilke studier anbefalte tørr dekontaminering?	24
Hvilke tørre dekontamineringsmetoder var mest effektive og best dokumenterte?	25
Ulempene ved hypotermi gjorde at man burde erstatte våt dekontaminering med tørr	29
Begrensninger.....	30
Konklusjon	31
Interessekonflikter	32
Referanseliste	33
Vedlegg	36

Introduksjon

CBRNE er et akronym for Chemical, Biological, Radiological, Nuclear and Explosives. Med CBRNE-hendelser mener man hendelser som kan ta liv eller skade helse, omgivelser, materiell og andre samfunnsverdier. CBRNE-hendelser kan skje med intensjon (for eksempel terror) eller tilfeldig (for eksempel industriuhell). Personer som utsettes for slike hendelser kan behøve dekontaminering. En CBRNE-hendelse kan være en masseskadesituasjon, og beredskap for CBRNE-hendelser tar gjerne høyde for dette (1). Internasjonalt har PRISM-retningslinjene fra USA stor anseelse og her understrekes også dette perspektivet (2).

Definisjonen på dekontaminering er nøytralisering eller fjerning av de skadelige stoffer man utsettes for etter en CBRNE-hendelse, slik at det ikke lenger er til fare for liv eller helse. Det omfatter også rens av personer som blir eksponert for slike hendelser. Dekontaminering bør helst gjøres raskt, med fordel på skadestedet, slik at ytterligere skade forhindres (1).

Ifølge «Nasjonal faglig retningslinje for håndtering av CBRNE-hendelser med personskaade», heretter kalt NFR, skal man i praksis vurdere hver pasient individuelt hvorvidt de behøver dekontaminering. For det første må det være snakk om et agens som krever dekontaminering, og dernest må vedkommende ha blitt eksponert for dette, for eksempel fått søl eller støv på seg. Hvis de ikke var nært nok til å få dette på seg, så trenger de heller ikke dekontaminering. Et annet poeng som understrekes er at om man mistenker et ukjent flytende kjemisk stoff, eller om det er snakk om ukjent stoff i væske, aerosol eller dråpeform, skal man alltid dekontaminere pasienten. C – agens gir gjerne symptomer tidligere enn B- og RN-agens. Målet med dekontaminering ved akuttbehandling av C-skader, er å begrense ytterligere skade (1).

Hvilke dekontamineringsmetoder finnes?

Det finnes ulike metoder for dekontaminering og som hovedregel skiller man mellom våt og tørr dekontaminering. Hva man legger i begrepene våt og tørr dekontaminering kan variere noe mellom ulike retningslinjer (1, 2).

Felles for retningslinjene NFR og «Primary Response Incident Scene Management», PRISM, er at dekontamineringsprosessen starter med avkledning (1, 2). Det vil si at man fjerner klærne. Dette bør gjøres fordi mye av kontamineringen kan bli absorbert inn i klær. Om man ikke fjerner klærne raskt nok, vil agenset kunne absorberes gjennom huden (2). NFR anbefaler i tillegg å klippe bort langt hår og skjegg (1).

Ifølge NFR holder det altså i mange tilfeller å utføre «minimumsdekontaminering», som beskrevet over når pasientens skader er livstruende og de er i behov for rask behandling. Et eksempel kan være pågående hjertestans, hvor standard dekontaminering vil ta for lang tid og innebære potensielt prognosetap for pasienten. Nervestridsmiddel og hudstridsmiddel er i en særklasse og krever mer omfattende tiltak.

Ifølge PRISM, er det tre former for dekontaminering: improvisert, grov og teknisk.

Improvisert vil bety umiddelbar fjerning av kontaminering med umiddelbare tilgjengelige metoder og er raskt og effektivt. Den improviserte formen kan igjen deles inn i 2 ulike former, improvisert tørr og våt dekontaminering (2).

Med improvisert tørr dekontaminering, mener man å fjerne agens fra hud og hår med absorberende materiale. Det absorberende materialet kan være papir, håndkle, kluter eller engangskluter, eller også pulver som bakepulver, kattesand og Fuller's jord. NFR anbefaler at man ved mistanke om hud- eller nervegasser, bruker absorberende materiale som mel, bleie eller RSDL. Improvisert tørr dekontaminering er anbefalt å være førstevalget. Man bør derimot ikke bruke det om det er tegn til at agenset er kaustisk (irriterende, etsende på hud eller øyne) (2). Et akronym som ofte brukes i fagfeltet er DD, for «Dry Decontamination». For å forenkle kategoriseringen gjennom litteraturstudiet vil alle dekontamineringsprodukter som ikke tar i bruk såpe eller større mengder vann omtales som tørr dekontaminering.

Når man snakker om improvisert våt dekontaminering bruker man «rinse – wipe – rinse» metoden, i tillegg til å bruke tilgjengelige vannkilder som dusj fra svømmehallen, vann på flaske eller sprinkleranlegg. Indikasjonen for denne dekontamineringsformen kan være om agens er partikulært, som for eksempel kaliumcyanid eller kaustisk som for eksempel flussyre. Kontraindikasjon er derimot om agenset er vannreaktivt, som for eksempel natrium (2).

Grov dekontaminering er definert som «bruk av standard utstyr for å gi en planlagt og strukturert dekontamineringsprosess for en stor gruppe pasienter før tilpasset dekontamineringsutstyr blir tilgjengelig» (2, s. 19). Hvis man skal dekontaminere mange pasienter, er dette en effektiv og rask metode. «Ladder pipe system» (LPS), er den vanligste metoden for grov dekontaminering. Metoden LPS går ut på å bruke to sett brannslanger, som er posisjonert parallelt med hverandre, for å lage en lav-trykkskorridor med store mengder vann. Dette systemet krever ikke spesialisert dekontamineringsutstyr og kan settes opp raskt (2). Dette systemet brukes blant annet av Brann og Redning i Oslo (OBRE).

Med teknisk (eller grundig) dekontaminering, menes det et tilpasset spesialisert dekontamineringsanlegg som må transporteres og installeres på stedet. Målet med metoden er å redusere pasientens kontamineringsnivå så lavt at man minimerer risikoen for den potensielle sekundære kontamineringen av helsepersonell og andre, utstyr og fasilitet. Et typisk teknisk dekontamineringoppsett av UK helsepersonell, er demonstrert i en figur fra PRISM (**figur 1**), hvor man har en enhet med to korridorer med dusjareal og en sentral korridor for helsepersonell. Det er installert varmluft, varmtvann og såpe er tilgjengelig. Denne dekontamineringsmetoden, «TD», kort for «Technical Decontamination», er kjent for å være grundig, men tidkrevende, i motsetning til improvisert og grov dekontaminering (2). Enda en viktig ting å merke seg ved våt dekontaminering er «wash-in» effekten, som vil si at vasking/dekontaminering av hud kan øke absorpsjonen gjennom huden (3). Dette kan altså øke den lokale og systemiske toksiske effekten av et agens.



Figur 1, "MD1", en "mass casualty decontamination unit" og er et eksempel på en TD, Technical Decontamination. Figur er hentet fra PRISM retningslinjene (3).

Hypotermirisiko ved våt dekontaminering i nordisk klima

Det har vist seg at våt dekontaminering kan gi hypotermi hos pasienter, noe som påpekes av NFR og PRISM (1, 2). I tillegg har man sett dette her i Norge under nasjonal helseøvelse i 2018 (4), hvor pasientene frøs etter at de ble rensset.

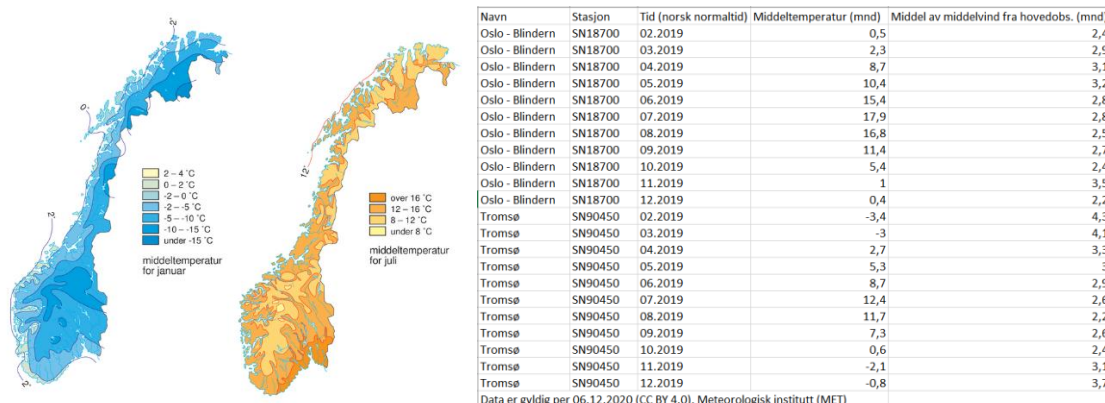
Hypotermi forekommer altså når kroppen ikke lenger klarer å holde kjernetemperaturen stabil, og kan komme ved eksponeringen for kalde, våte eller vindfulle omgivelser (5).

Definisjonen på hypotermi er når kroppens kjernetemperatur havner under 35°C (6). Tilstanden kategoriseres i tre grader, mild, moderat og alvorlig hypotermi, som avhenger av kjernetemperatur og symptomer. Mild hypotermi kjennetegnes av symptomene økt skjelving, sosial tilbaketrekning og andre atferdsendringer, i tillegg til en kjernetemperatur mellom 32°C og 35°C. Ved moderat hypotermi kan man også finne dilaterte pupiller, arrytm (hjerterytmeforstyrrelse, inklusivt atrie og ventrikkelflimmer). I tillegg avtar skjelvingen, pasienten blir mer forvirret og kan tilslutt miste bevisstheten. Kjernetemperaturen ligger mellom 28°C og 32°C ved moderat hypotermi. Ved alvorlig hypotermi derimot, er kjernetemperaturen under 28°C. Medfølgende er igjen økt risiko for bradykardi og ventrikkelflimmer, i tillegg til tap av dype senerereflekser og frivillige bevegelser. Risikoen for hjertestans øker jo lavere kjernetemperaturen faller under 32°C, og er særlig økt under 28°C. En viktig ting å være bevisst på er at hypotermi-symptomene varierer mellom pasientene, selv om de har lik kjernetemperatur.

Ved lave temperaturer kan man også være utsatt for frostskafer. Frostskafer er definert som direkte skader i perifert vev, forårsaket av hudtemperatur under -0,5°C (6).

Det nordiske klimaet, med utgangspunkt i Norge, blir beskrevet som varierende og avhenger av landsdel. Man finner temperert klima i lavlandet på fastlandet, mens på fjellene og langs kysten av Finnmark har man polarklima (7). Det tempererte klimaet kjennetegnes av markerte sesonger og varierer altså gjennom året, til forskjell fra polarklima som ikke har sommersesong i løpet av året (8).

Som man ser utifra klimakartet (**Figur 2**), og tabellen over middeltemperaturer og middelvinden i sentrale byer som Oslo og Tromsø (**Tabell 1**), preges det nordiske klimaet av varierende, men av mye kjølig temperatur og ulike vindstyrker.



Figur 2, til venstre, klimakart som er hentet fra Store norske leksikon (7).

Tabell 1, til høyre, viser temperatur og vind i Oslo og Tromsø i 2019, hentet fra NORSK KLIMA SERVICE SENTER (9).



		Temperature (°F)																	
		40	35	30	25	20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
Wind (mph)	Calm	40	35	30	25	20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
	5	36	31	25	19	13	7	1	-5	-11	-16	-22	-28	-34	-40	-46	-52	-57	-63
	10	34	27	21	15	9	3	-4	-10	-16	-22	-28	-35	-41	-47	-53	-59	-66	-72
	15	32	25	19	13	6	0	-7	-13	-19	-26	-32	-39	-45	-51	-58	-64	-71	-77
	20	30	24	17	11	4	-2	-9	-15	-22	-29	-35	-42	-48	-55	-61	-68	-74	-81
	25	29	23	16	9	3	-4	-11	-17	-24	-31	-37	-44	-51	-58	-64	-71	-78	-84
	30	28	22	15	8	1	-5	-12	-19	-26	-33	-39	-46	-53	-60	-67	-73	-80	-87
	35	28	21	14	7	0	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-55	-62	-69	-76	-82	-89
	40	27	20	13	6	-1	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78	-84	-91
	45	26	19	12	5	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79	-86	-93
	50	26	19	12	4	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81	-88	-95
55	25	18	11	4	-3	-11	-18	-25	-32	-39	-46	-54	-61	-68	-75	-82	-89	-97	
60	25	17	10	3	-4	-11	-19	-26	-33	-40	-48	-55	-62	-69	-76	-84	-91	-98	

Frostbite Times: 30 minutes (light blue), 10 minutes (medium blue), 5 minutes (dark blue).
 Wind Chill (°F) = 35.74 + 0.6215T - 35.75(V^{0.16}) + 0.4275T(V^{0.16})
 Where, T = Air Temperature (°F) V = Wind Speed (mph) Effective 11/01/01

		Lufttemperatur												
		5°	0°	-5°	-10°	-15°	-20°	-25°	-30°	-35°	-40°	-45°	-50°	
Vindstyrke (m/s)	Indeks	1,5	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
	Svak vind	3	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
	Lett bris	4,5	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66
		6	1	-5	-12	-18	-24	-31	-37	-43	-49	-56	-62	-68
	Lager bris	7,5	1	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-45	-51	-57	-64	-70
		9	0	-7	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65	-72
	Frisk bris	10,5	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
	Liten kuling	12	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
		13,5	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75
	Stiv kuling	15	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-70	-76
		16,5	-2	-9	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77
Sterk kuling	18	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-43	-50	-57	-64	-71	-78	
	19,5	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79	
Liten storm	21	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-59	-66	-73	-80	
	22,5	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80	
24	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81		

Tabell 2, til venstre, tabell over vindstyrke (meter/time) og temperatur (her i Fahrenheit). Viser forventet tid til frostskafer, hvor tiden til frostskafer minker med økende vindstyrke og lavere temperatur (6).

Tabell 3, til høyre, viser at jo høyere vindhastigheten og jo lavere temperaturen, desto økende faregrad er det for at pasienten får hypotermi. Økende faregrad fra venstre mot høyre, illustrert med klar farge, lyseblå, mørkeblå og rød (10).

Når det gjelder våt dekontaminering og hypotermirisikoen må man ta hensyn til både temperatur og vindstyrken, og man bruker effektive kuldegrader eller vindavkjølingsindeksen for å vurdere risikoen for hypotermi (6, 10). Fra tabell 2 (6) ser man forventet tid til frostskafer, hvor tiden til frostskafer minker jo sterkere vinden er og jo lavere temperaturen er. Utifra tabell 3 fra YR(10), ser man også at jo høyere vindhastigheten er og jo lavere temperaturen er, desto økende faregrad er det for at pasienten får hypotermi.

Når man i tillegg ser på vannelementet i våt dekontaminering, vet man at eksponeringen for vannet øker varmetapet mer enn luft alene (6). Om vanntemperaturen er kald i tillegg, tapes varmen enda mer (6).

Formålet med litteraturstudien

Denne litteraturstudien vil fokusere på C-hendelser, det vil si kjemiske hendelser innenfor CBRNE-feltet. C-hendelser er sentrale både når det gjelder ulykker, for eksempel industriulykker, og ved terror. Et annet poeng er at for eksempel biologiske hendelser (B-hendelser), krever andre former for dekontamineringsmetoder (desinfeksjon i tillegg til vask) (1), og dekontaminering er ikke alltid mulig på grunn av inkubasjonstid og smittemåter. C-hendelser er altså hendelser som kan ta liv eller skade helse, omgivelser, materiell og andre samfunnsverdier, hvor årsaken kan variere, men agens skal være av kjemisk karakter.

Årsakene til C-hendelser kan være mange, for eksempel ulykke eller uhell, men det kan også være tilsiktet skade, som ved stridshandlinger eller terrorhandlinger. Felles for hendelsene er at det forekommer kjemiske agens (C-agens), som krever dekontaminering. Ikke alle C-hendelser krever dekontaminering, for eksempel CO-gass, som er en oksygenfortrengende gass som gir symptomer i lukkede rom, men hvor dekontaminering ikke er nødvendig. Disse C-hendelsene vil ikke bli nærmere omtalt.

Når man skal gjøre studier på dekontaminering med C-agens er det etisk vanskelig å gjennomføre forsøk på mennesker. Ved in vivo forsøk bruker man heller simuleringsmiddel. Simuleringsmiddel er kjemiske stoffer som har kjemiske og fysiske egenskaper som ligner de nevnte C-agens (11, 12). Ifølge denne systematiske oversikten over C- agenslignende midler som brukes til forsøk (12), blir det brukt flere ulike simuleringsmiddel, men kun fem som passer til menneskeforsøk, og tre som har egenskaper som ligner på C-agens den simulerer. Simuleringsmidlene som ligner mest er metylsalsylat (ligner sennepsgass), malonsyre (ligner soman) og malation (ligner VX (en type nervegass) eller toksiske industri kjemikalier).

Denne litteraturstudien skal diskutere dekontaminering av C-hendelsene i en sivil setting. Fokuset vil ligge på dekontaminering prehospitalt eller i regi av sykehus. Det innebærer også at de aktuelle agens i sivil setting omfatter andre agens enn de man finner i en militær setting. Aktuelle agens som man finner i C-hendelser i en sivil setting beskrives i **tabell 4**.

Agensgrupper:	Undergruppene/aktuelle agens:
Gasser som påvirker viktige enzymer	Nervegasser/nerveagens/Organofosfater
Gasser som hemmer O₂-transport/O₂-omsetningen	Cyanid, Karbonmonoksid (CO), Hydrogensulfid (H ₂ S)
Irriterende gasser	Klorgass, ammoniakk, nitrøse gasser, fosgen, arsen, tåregass/CS, pepperspray, kloropikrin, ozon (O ₃)
Gasser som hemmer respirasjonssenteret	Opioidaerosoler/fentanylgass
Gasser som fortrenger O₂	CO ₂ , N ₂ , C ₃ H ₈ , CH ₄
Hud- og lungegasser	Lewisitt, sennepsgass
Brannrøyk	I sammengeng med C-hendelsesbegrepet er det en miks av luft og ulike aerosoliserte partikler og gasser (faste eller flytende), som kommer fra forbrenning av ulike materialer.
Etsende stoffer	Syrer (og flussyre/hydrogenfluorid/HF), baser/alkalier
Organiske løsemidler	Metanol
Andre giftstoffer	Ricin

Tabell 4, utarbeidet av "NFR" (1), Tabell over aktuelle agens som man finner i C-hendelser i en sivil setting.

Ifølge NFR (1) omtales det flere hovedgrupper agens som kan skade helse eller ta liv. Gasser som enten påvirker viktige enzymer, hemmer O₂ transporten, som er irriterende, hemmer respirasjonssenteret eller fortrenger O₂. Det er også snakk om hud- og lungegasser, brannrøyk og etsende stoffer. I tillegg er organiske løsemidler som metanol og andre giftstoffer omfattet av C-hendelser. De nevnte C-hendelsene blir utdypet i tabellen på side 40 i NFR, som er gjengitt her i **tabell 5** (1, s. 40).

Formålet med litteraturstudien er å undersøke litteraturen i anerkjente databaser og retningslinjer som PRISM for å undersøke om tørr dekontaminering kan være like bra eller bedre enn våt dekontaminering ved CBRNE-hendelser med C-agnes som håndteres i en sivil setting, enten prehospitalt eller på sykehus. Deretter vil vi diskutere om tørr dekontaminering kan erstatte våt dekontaminering i våre rutiner, siden hypotermi er en reell risiko i nordisk klima.



(Tabell 12) Oversikt (C) - Symptomer og behandling

RF = respirasjonsfrelvs, kort = sek/min, mod = min/få timer, lang = timer/dager, alv = alvorlig, Dekon = dekontaminering, DMPS = kelator, BAL = British Anti Lewisite (kelator), MOS = multiorgansvikt, B = Beskyttelse (i kontaminert område), D = dekontaminering nødvendig. **Red = meget alvorlig, oftest livstruende dersom ikke rask og spesifikk behandling igangsettes.** AMI = akutt myokardielt infarkt. Blå = potensielt livstruende. Fjern pas fra kilden og gi rask symptomatisk behandling. Grøen: Sjeldent livstruende hvis fjernes fra eksponering. Symptomatisk behandling. S/B forst. = syre/baseforstyrrelse.

Gasser/stoffer som:	Agens	Funn og symptomer									Behandling	
		Tid til sympt	Øyne	Øvre luftveier	Lunger	Hud	Hjerne/nervesystem	Mage/tarm	Annnet	Beskyt Dekon	antidot	Annen beh
Påvirker viktige enzymer (se 3.2.1)	Nervgasser/organofosfater	Kort	Små pupiller, uskarpt syn	Spytt- og nesesekr. Mye slim luftveier	Tungpust, hoste, mye slim i lunger	-	Hodepine, neds. bev. koma, muskelkramper	Kvalme, oppkast, magesm, diare, inkont.		B/D	Atropin, obidoksim	O ₂ , Diazepam ved kramper. Dekont.!
	Arsen	Lang	-	-	-	-	Slapphet, hodepine, skjelving	Magesmerter, nyresvikt	Hemolyse, evt blodig urin	D	-	-
	Cyanid	Kort	Store pupiller (=alvorlig)	-	Lufthunger. RF først ↑, senere lav	Evt lyserød/rosa	Uro, nedsatt bev., koma, evt kramper	-	Laktacidose	B	Cyanokit, evt Na-tiosulfat	O ₂
	CO	Kort	-	-	Evt. høy RF	Evt lyserød/rosa	Hodepine, svim. het, forvirring, koma.	-	Evt taky/arytmi, AMI. Laktacidose	-	-	O ₂ , evt HBO
	H₂S	Kort	Irritasjon	Irritasjon	Lungeødem (sent)	Evt irritasjon	Sløvhet, kramper, koma	-	Laktacidose	B	-	O ₂ , evt steroider
Akutt respiratorisk besvær	Klorgass, ammoniakk, svoveldioksid	Kort	Irritasjon	Irritasjon	Tungpust, tørrhoste	Irritasjon, etseskade	-	-	Karakteristisk lukt, gulgrønn gass (klor), Lukt: søt, råtten frukt	D hvis væskeform	-	O ₂ , evt steroider, øyeskylning
	Nitrøse gasser/fosgen	Mod.-lang	Irritasjon (tidlig)	Irritasjon (tidlig)	Lungeødem (sent)	Irritasjon	-	Evt. GI-sympt	-	-	-	O ₂ , steroider, evt resp.støtte
	Tåregass/CS, kloropikrin	Kort	Irritasjon	Irritasjon	-	irritasjon	-	-	-	-	-	øyeskylning
Hemmer resp.senteret (se 3.2.4)	Oplataerosol/Fentanylgass	Kort	Små pupiller	-	Langsom RF	-	Nedsatt bevissthet	Lite tarmlyder	-	B	Nalokson	O ₂
Fortrenger O ₂ (se 3.2.5)	CO₂, N₂, CH₄	Mod.	-	-	-	-	Evt. søvniq, bevisstløs	-	Hypoksi	-	-	O ₂
Org.løsemidler (se 3.2.6)	Metanol	Lang	Synsforstyrrelser	-	RF: Høy, (lav=sent) Dyspnoe	-	Nedsatt bevissthet (=alvorlig)	Magesmerter, kvalme	Metabolsk acidose	-	Fomepizol/etanol	Buffer, dialyse, folinsyre
Hudsympt	Lewisitt, fosgenoksim	Kort	Smerte, rødhet, øyelokkspasme	Irritasjon, hoste, heshet	Obstruktiv hoste med slim (alv)	Rødhet, blømmes, sår	-	Kvalme, oppkast	Evt. sirk. sjokk (som brannsk.)	B/D	-	Dekont.! DMPS eller BAL
	Sennepegass	Mod.-lang	Smerte, rødhet, øyelokkspasme	Irritasjon, hoste, heshet	Obstruktiv hoste/slim (alvorlig)	Rødhet, blømmes, sår	-	Kvalme, oppkast	Evt. sirk. sjokk (som brannsk.)	B/D	-	Dekont.!
Etsende stoffer (se 3.2.8)	Syrer/alkalier	Kort-lang	Smerte, irritasjon, blindhet	Smerte, irritasjon, evt ødem	Tungpust, hoste (evt. cyanose)	Alle typer. Flussyre og alkalier dypst skade	-	Slimhinneskade, evt perforasjon	Hemolyse, leukocytose, DIC, S/B forst. Aryt./hj.stans	D	HF-antidotgel, ev Ca-sandoz	Skylt hud og øyne minst 30 min (kroppstp. vann)
	Flussyre	Kort-lang	Smerte, irritasjon, blindhet	Smerte, irritasjon, evt ødem	Tungpust, hoste (evt. cyanose)	Alle typer. Flussyre og alkalier dypst skade	-	Slimhinneskade, evt perforasjon	Hemolyse, leukocytose, DIC, S/B forst. Aryt./hj.stans	D	HF-antidotgel, ev Ca-sandoz	Symptomatisk, evt ricin-antiserum
MOS Andre giftstoff (se 3.2.9)	Ricin/Abrin	Lang	-	Ved inh: Dyspnoe, hoste, ødem	Ved inhal: Lungeødem	-	Slapphet	M.sm./brekn./diare. Milt/lever/nyre aff.	MOS, kapillærlekkasje	B	-	Symptomatisk, evt ricin-antiserum

Tabell 5, hentet fra NFR (1).

Metode

Valg av PRISM guidelines og NFR

Disse veilederne er godt underbygget og omtaler detaljert de aktuelle prosedyrene innenfor tørr og våt dekontaminering, både i Storbritannia og i Norge. Dette er store kunnskapsopsummeringer på feltet. PRISM retningslinjer ble brukt til referansesøk, mens NFR ble brukt til diskusjonen for å sammenligne det vi fant med norske retningslinjer på feltet.

Utvalgte databaser

Pubmed, Cochrane, Embase og Epistemonikos ble valgt som databasene for søket.

Pubmed er en gratis brukergrensesnitt som inneholder hele Medline, som i seg selv er en stor anerkjent database. Medline brukes av de fleste og dekker blant annet emnene medisin, farmasi, helsevesen og prekliniske fag, emner som er relevante (13). I tillegg er Medline internasjonal, noe som gjør databasen mer mangfoldig. Mange av studiene har sammendrag også. Det er flere fordeler ved å heller bruke Pubmed enn Medline. Medline-tidsskriftene som er biomedisinske artikler, er de eneste som indekseres. Pubmed inkluderer derimot alt, også ting som ligger utenfor Medline. En annen fordel med Pubmed er at den oppdateres daglig. Selv om studiene ikke er publiserte, sendes de direkte til Pubmed fra forlagene. Derfor anses Pubmed som en mer oppdatert versjon av Medline. En ulempe med Pubmed er at ikke alle studier er fullstendig indeksert for Medline basen, og har derfor ikke MeSH termer.

Cochrane Library er en kolleksjon av databaser og eies av Cochrane (13), som er en uavhengig organisasjon som vil presentere evidensbasert helseforskning. Cochrane Library er kjent for å være den mest pålitelige kilden for gode randomiserte kontrollerte studier og systematiske oversikter. I likhet med Pubmed er den også gratis og derfor lett tilgjengelig.

EMBASE er dominert av europeisk materiale og dekker emner som bl.a. toksikologi, helsevesen, emner som er relevante (13). Databasen inneholder over 8 500 medisinske tidsskrifter. De fleste har sammendrag og er engelskspråklig. En ting å merke seg er at det er stor overlapp mellom Embase og Medline. Selv om Embase dekker mye av Pubmed også, inkluderes pubmed med fordi databasen oppdateres hyppigere.

Epistemonikos er også en stor internasjonal database med over 290 000 systematiske oversikter. I tillegg overlapper den også med Pubmed og Embase når det gjelder relevante systematiske oversikter, og databasen tas derfor med slik at alle relevante systematiske oversikter inkluderes.

Andre databaser som ble vurdert var Toxinet og Medline. Disse databasene ble ekskludert fordi de valgte databasene inneholder de samme studiene som finnes i Toxinet og Medline.

Inklusjonskriterier

Kriterier for å fange de mest relevante studiene var:

- **Språk:** Alle artiklene må være skrevet på engelsk eller norsk av praktiske hensyn.
- **Publiseringsstatus:** Alle publiseringsformer skal undersøkes, både primære og sekundærstudier.

- **Bredden i søket:** Søket av relevante ord ble gjort i tittel, abstrakt og nøkkelord. Om ikke de relevante ordene ble spesifikt nevnt på disse stedene, ble studien ekskludert. I tillegg ble det gjort søk med emneord. Tekstord og emneordene ble valgt utifra sentrale begreper og synonymer i feltet, og var hentet ut av utvalgte studier og referanser (14-16), se **tabell 6**.
- **Tidsaspekt:** Siste 30 år. Et bredt tidsintervall ble valgt siden dette er et relativt nytt felt i forskning, og det er gjort begrenset forskning på dette feltet. Noe av forskningen er sannsynligvis også klassifisert, og dermed ikke tilgjengelig, noe som begrenser utvalget i studier. Det er også viktig å få med studiene som gir grunnlag for metodene vi bruker idag.
- **Art:** Forskning på mennesker foretrekkes fordi det generelt anses som gullstandard (17), men dyreforsøk kan ikke unngås siden det kan være uetisk å kontaminere mennesker med de ovennevnte agens. Både syntetiske hud-modeller, in vitro hud-modeller av dyr eller menneske, eller frivillige mennesker i in vivo forsøk ble inkludert.
- **Tilgjengelig:** Tilgjengelig på nett via UIO. Om det kan bestilles kan det inkluderes.
- **Innhold:** Det må omhandle våt og/eller tørr dekontaminering av C-agens eksponerte pasienter. Det må altså inkludere fordeler og ulemper ved enten våt eller tørr dekontaminering, eller at en sammenligner disse to metodene. Pasientene kan omfatte både barn, voksne, eldre og andre gruppe pasienter som for eksempel de med mobiliseringsreduksjon. Fokuset skal i tillegg ligge på dekontaminering av hud og hår. C-hendelsene i sivil setting er målet, men studier assosiert med militæret skal allikevel inkluderes, fordi det er lite forskning på dette feltet. C-agens omfatter både de nevnte i introduksjonen, som vist i **tabell 4**, men også andre agens som brukes i krigføring. Studiene som inkluderes bruker ofte simuleringsmiddel, altså kjemiske stoffer som har kjemiske og fysiske egenskaper som ligner de aktuelle agens (11, 12). Derfor vil også studiene som kun bruker simuleringsmiddel eller lignende, og ikke bare C-agens, bli inkludert i litteraturstudiet.

Eksklusjonskriterier:

- Kommentarer/position statement/retningslinjer og narrativ oversikt. Studier som ikke gjør noe forskning skal utelukkes.
- Om referansen ikke er tilgjengelig digitalt via UIO, må den ekskluderes. Dette omfatter altså referanser som man ikke får bestilt, må betales for eller at det ikke finnes som fysisk kopi. Tidsfristen for bestilt litteratur er altså 25.01.2021. Denne begrensningen gjøres, fordi det vil bli for tidkrevende og omfattende arbeid å innhente disse referansene.
- Gastrointestinal dekontaminering, altså etter forgiftninger hvor giftstoffene havner i magesekken, ekskluderes, da det blir utenfor målet med litteraturstudien. I tillegg ekskluderes øyedekontaminering hvis dette er studert isolert.
- De eldre utgavene av referansene ekskluderes (eldre enn 30 år, jamfør inklusjonskriterier).
- Søk via internett-søkeverktøy som google utelukkes fordi det er ressurskrevende og ikke like godt kvalitetssikret.

Søkestrategi

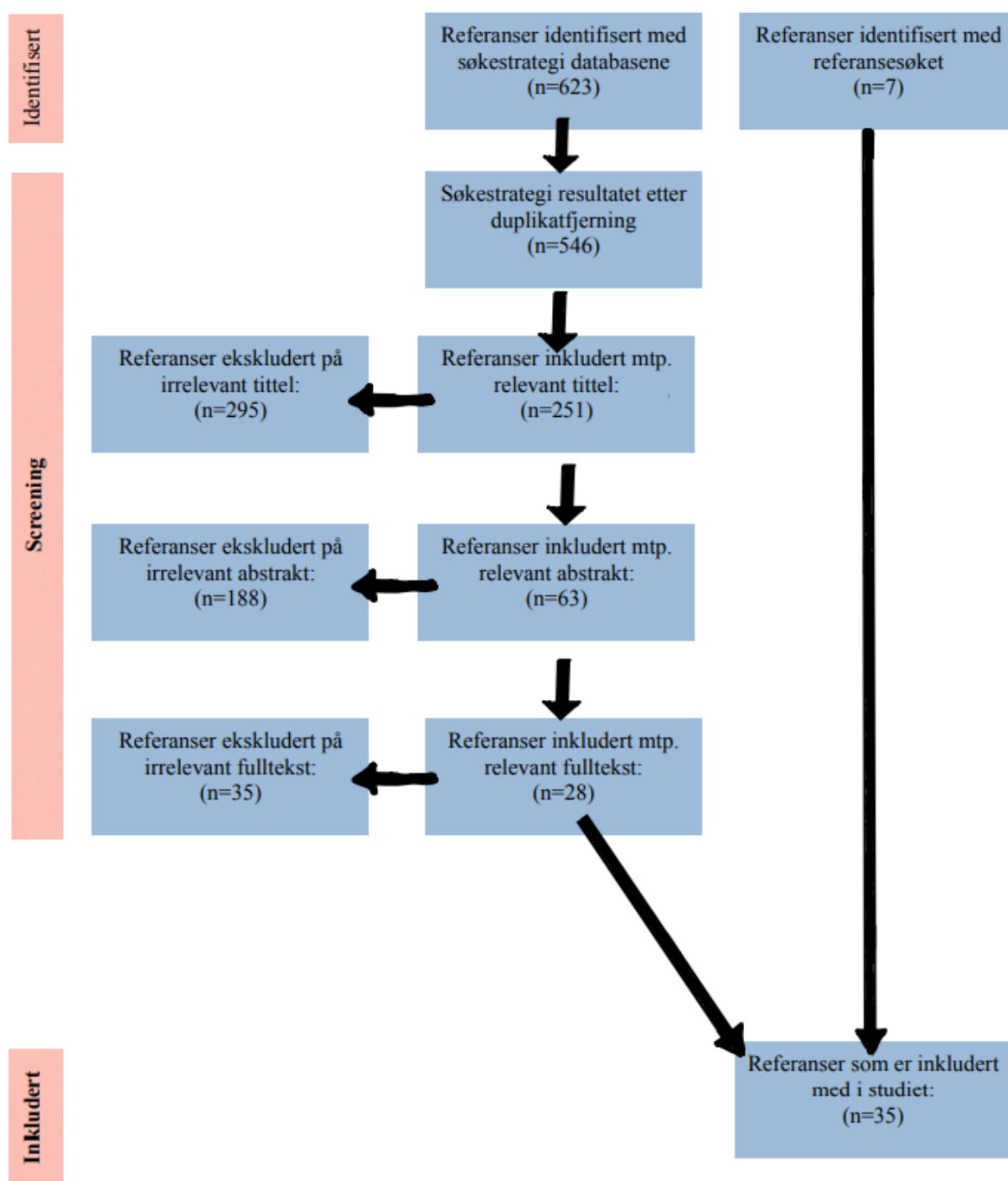
Søkestrategien på samtlige databaser inneholdt tre hovedemner: dekontaminering, hypotermi og C-hendelser, som illustreres i **tabell 6**. Emneordene ble funnet ved å se på hvordan sentrale studier i feltet (14-16) blir indeksert. Deretter ble tekstord lagt til, slik at Pubmed ikke overser studier som ikke har blitt indeksert enda. Søket med alle tre emnene ga få treff. En av forklaringene på dette er nok at feltet er smalt og at det er gjort lite forskning på akkurat dette. Søket ble derfor gjort med kun to av emnene i tillegg, altså dekontaminering og C-hendelser, slik at alle relevante artikler som omhandlet dekontaminering av C-hendelser ble med. I tillegg ble referanselisten fra PRISM undersøkt, for å se etter relevante referanser. Disse referansene må også underlegges av inklusjon og eksklusjonskriteriene. Til slutt vil resultatet for våt og tørr dekontaminering bli diskutert i lys av hypotermi i diskusjonsdelen.

Søkestrategien ble ikke gjentatt under skriveperioden. Etter et søk i databasene ble resultatet gjennomgått ut fra inklusjons- og eksklusjonskriteriene som nevnt tidligere, illustrert i **figur 3** som et PRISMA flytdiagram (18). Referanselisten fra PRISM retningslinjene ble også gjennomgått, for å se etter relevante referanser som ikke var blitt inkludert fra database-søket, se **figur 3**.

Pubmed	Cochrane	Embase	Epistemonikos
03.12.2020	03.12.2020	03.12.2020	03.12.2020
309 treff	144 treff	170 treff	0 treff
("caustics"[mesh] OR "nerve agents"[mesh] OR "poisons"[mesh] OR "chemical warfare agents"[mesh] OR "mass casualty incidents"[mesh] OR "chemical hazard release"[mesh] OR "chemical terrorism"[mesh]) AND ("Decontamination"[Mesh] OR "Therapeutic Irrigation"[Mesh] OR decontamin*[Title/abstract] OR disrob*[Title/abstract] OR ladder pipe system*[Title/abstract] OR shower*[Title/abstract] OR absorb*[Title/abstract]) AND ("Hypothermia"[Mesh] OR "cold temperature"[Mesh] OR "body temperature"[Mesh] OR "body temperature changes"[Mesh] OR hypotherm*[Title/abstract] OR temperatur*[Title/abstract] OR weather*[Title/abstract] OR "nordic climate"[Title/abstract])	Caustics or Irritants or Nerve Agents or Poisons or Chemical Warfare or Chemical hazard release or chemical accident or mass casualty incident or mass disaster or spill or toxic AND decontamination or therapeutic irrigation or Ladder pipe system or shower* or wash* or orchids or absorb* or disrob* or dry* AND Hypothermia or Body temperature changes or hypotherm* or temperatur* or cold or Nordic Environmental exposure or Weather* or climate*	Exp (caustic agent or nerve gas or poison or chemical warfare or chemical warfare agent or chemical accident or mass disaster) AND Exp (decontamination or skin decontamination) AND ((Exp (hypothermia or air temperature or core temperature or environmental temperature or body temperature)) or hypotherm* or Cold or Temperature* or Weather or Climate*)	Caustics or Irritants or Nerve Agents or Poisons or Chemical Warfare or Chemical hazard release or chemical accident or mass casualty incident or mass disaster or spill or toxic AND decontamination or therapeutic irrigation or Ladder pipe system or shower* or wash* or orchids or absorb* or disrob* or dry* AND Hypothermia or Body temperature changes or hypotherm* or temperatur* or cold or Nordic Environmental exposure or Weather* or climate*

Tabell 6, oversikt over databasene og søkestrategien. Temakategorier; **Grønn**: C-hendelser, **Rød**: decontaminering og **Blå**: hypotermi.

PRISMA FLOW diagram



Figur 3, Modifisert PRISMA flytdiagram. PRISMA står for «Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses» og er en oversikt over minimumsstegene som bør gjøres i en systematisk oversikt.

Resultater

Søkeresultater

Søkestrategien ga 623 treff, hvor 546 sto igjen etter duplikatfjerning. Dette er illustrert i **figur 3**. Etter å ha vurdert studiene med tanke på relevans etter tittel og abstrakt, var det 63 studier som ble inkludert videre i evalueringsprosessen. De som ble ekskludert hadde irrelevante titler og abstrakter, som ikke omhandlet forskningsspørsmålet eller falt utenfor inklusjonskriteriene. Duplikatstudier, dvs. artikler som omhandlet tidligere inkluderte studier ble også ekskludert. Til slutt ble studiene i fulltekst for de 63 referansene undersøkt etter eksklusjons- og inklusjonskriteriene. Det ble ekskludert 35 studier i henhold til eksklusjonskriteriene. Etter gjennomgangen ble altså 28 av disse studiene egnet for inklusjon i litteraturstudiet.

I tillegg ble det gjort et referansesøk i PRISM retningslinjene, hvor syv referanser var relevante for å bli inkludert i litteraturstudien, til tross for at de ikke var framkommet i databasesøket. Inklusjons- og eksklusjonskriteriene ble også brukt her.

Til slutt var det fire studier som måtte bestilles via UiO biblioteket. Disse ble bestilt i god tid, men ankom ikke innenfor tidsfristen 25.01.2021. Derfor ekskluderes disse fire studiene (tre fra søkestrategien, og en fra referansesøket).

Totalt var det 31 referanser som ble inkludert.

Studienes kvalitet

Tabell 12 (vedlegg) viser studiene fra søkestrategien, som ble hentet ut fra anerkjente databaser som angitt. **Tabell 7** viser studiene fra referansesøket, som også ble hentet fra PubMed. Studier fra slike databaser sikret oss en viss kvalitet, da kun artikler som var fagfellvurdert (peer reviewed) ble inkludert i disse databasene. Allikevel var det viktig å ta en kritisk vurdering av hver enkelt studie. De viktigste spørsmålene som avgjorde om studiene hadde god nok kvalitet var om studien:

1. Hadde en klart formulert problemstilling?
2. Faktisk svarte på problemstillingen?
3. Hadde en metode som var egnet til å svare på problemstillingen?
4. Hadde et resultat som var rimelig?

Om man oppfyller alle fire, var kvaliteten høy. Oppfylte den ikke en eller begge av de to første spørsmålene, var den lav. Om den ikke oppfylte en eller begge av de to siste punktene, var den middels. Spørsmålene ble hentet fra helsebiblioteket (19).

Av de 31 inkluderte studiene, var det en som hadde lav kvalitet (20), fire som hadde middels (11, 21-23) og resterende 26 som hadde høy kvalitet (14, 24-48).

Artikkel tittel	Agens / simuleringsmiddel	Dekontamineringsmetode	Design	Resultatet (Fordeler og ulemper)	Pålitelighet
A comparison of decontamination effects of commercially available detergents in rats pre-exposed to topical sulphur mustard	Agens: Sennepsgass.	Våt dekontaminering: Såpevann, 4 ulike typer såper ble sammenlignet.	Eksperimentell studie, rottehud.	Alle dekontamineringsmetodene økte rottene overlevelse og hadde moderat dekontamineringseffekt, hvor Argos var mest effektiv.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig
Comparison of selected skin decontaminant products and regimens against VX in domestic swine	Agens: VX.	Tørr dekontaminering: RSDL, FE, Hypochlorite. Våt dekontaminering: Såpevann.	Eksperimentell studie, svinehud.	100% overlevde med RSDL lotion eller FE. Med FE fikk 50% av dem alvorlig VX forgiftningstegn. Hypochlorite var mindre effektiv, men økte også overlevelse. Såpevann var ineffektiv mot å stoppe dødelighet ved 45 min post VX, men var effektiv ved 30 min post VX. Ved dekontaminering av sår var såpevann ineffektiv i å stoppe dødelighet. Hypochlorite og RSDL var effektive her, også mtp. forgiftning. FE hadde mindre effekt om den var i løsningsform.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig
Efficacy studies of Reactive Skin Decontamination Lotion, M291 Skin Decontamination Kit, 0.5% bleach, 1% soapy water, and Skin Exposure Reduction Paste Against Chemical Warfare Agents, part 2: guinea pigs challenged with soman	Agens: Soman (GD).	Tørr dekontaminering: RSDL, M291 SDK, Blekemiddel (0,5%, sodium eller calcium hypochlorite løsning). Våt dekontaminering: Såpevann.	Eksperimentell studie, marsvinhud.	RSDL var den mest dekontamineringseffektive og signifikant bedre enn de andre midlene. Blekemiddel, såpevann og M291 SDK var like effektive, men ga moderat effekt. RSDL ga ikke signifikant beskyttelse mot GD når den ble tatt i bruk senere enn 3 min.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig
In vitro skin permeation and decontamination of the organophosphorus pesticide paraoxon under various physical conditions--evidence for a wash-in effect	Agens: Paraoxon.	Tørr dekontaminering: Florafree, Argos.	Eksperimentell studie, svinehud.	Våt hud ga økt penetrasjonsrate, sammenlignet med varm, kaldt og tørt hudforhold, før kontamineringen skjedde. Dekontaminering 1 time post-eksponering senket ikke agensvolumet som penetrerte gjennom huden, uansett hudforhold, utenom våt, hvor det var ikke-signifikant dekontamineringseffekt på 18% for Florafree og 28% for Argos. For varm, kald og tørr så man derimot økt penetrasjonsrate, altså «wash-in» effekt.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig
In vivo percutaneous absorption and skin decontamination of alachlor in rhesus monkey	BESTILT 28.12.2020. Denne studien utelukkes				
Percutaneous toxicity and decontamination of soman, VX, and paraoxon in rats using detergents	Agens: Paraoxon, Soman og VX.	Våt dekontaminering: Såpevann (NeodekontTM ArgosTM, DermogelTM og FloraFreeTM).	Eksperimentell studie, rottehud.	Dekontaminering 2 min post-eksponering ga høyere overlevelse enn hos kontrollgruppen. Mest effektive var Argos og deretter Dermogel. Neodekont og florafree var dårligst og var like effektivt eller dårligere enn destillert vann. Disse 2 viste tegn til «wash-in» effekt.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig
Skin Absorption of Inorganic Lead (PbO) and the Effect of Skin Cleansers	Agens: Lead Oxide, PbO.	Våt dekontaminering: Såpevann (Ivory Liquid såpe eller NIOSH cleanser)	Eksperimentell studie, menneskehud.	Ivory Liquid såpen signifikant økte hudpenetrasjonen – «wash-in» effekt. NIOSH cleanser økte bare marginalt penetrasjon, men ikke signifikant, i tillegg var den mer effektiv i å fjerne agens enn Ivory Liquid. Altså reduserte ikke dekontaminering etter 30 min hudpenetrasjon som skjedde under 24 timer etterpå.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig

Tabell 7, Oversikt over relevante referanser hentet fra PRISM retningslinjenes referanseliste.

Fargekoder: Rosa er kolonnetittel, grønn er studier som omtaler både tørr og våt dekontaminering, beige omtaler kun tørr og blå omtaler kun våt dekontaminering.

Resultatet fra søkestrategien: Studier som støttet tørr dekontaminering

Med søkestrategiene fant man ni studier som hovedsakelig fokuserte på tørr dekontaminering (24, 28, 32, 34, 36-38, 41, 42).

Dekontamineringsmidlene varierte mye, og de aktuelle var RSDL (24, 34, 36, 37, 41), Fullers jord (FE) (28, 34, 38), Ambergard (38), BDH (38), DDGel (36, 37), de absorptive pulvertypene Bentonite og Magnesium Trisilicate (32), «interclustersaltet» $Al_{13}-PMO_{10}V_2$ (28), Blue roll(tørkepapir) (42) og Inkontinenskladder (42).

Disse blir mer beskrevet i **Tabell 8**.

Antall studier	Agens	Tørr dekontamineringsprodukt	Beskrivelse av dekontamineringsproduktet
5	VX, CEES, DIMP, TEPA	RSDL (Reactive Skin Decontamination Lotion)	Hudkrem som inaktiverer og absorberer kjemiske agens.
3	VX, HD	FE (Fullers jord)	Absorberende pulver, binder agens.
1	HD	Ambergard (Ambergard XE-555 Resin)	Absorberende resin, binder og inaktiverer agens
1	HD	BDH (BDH spillage granules)	Absorberende korn, binder agens.
2	CEES, DIMP	DDGel	Gel av ulike komponenter (bl.a. polymer og FE i løsnings), kan absorbere og binde agens.
1	GD, Chlorpyrifos, Malathion, Dichlorvos,	Bentonite og Magnesium Trisilicate	Absorberende pulver, binder agens.
1	GD, HD	«interclustersaltet» $Al_{13}-PMO_{10}V_2$	Absorberende stoff, inaktiverer og binder agens.
1	MS	Blue roll (tørkepapir)	Tørkepapir som kan binde agens.
1	MS	Inkontinenskladd	Absorberende laken som kan binde agens. Brukt i helsevesenet.

Tabell 8, Oversikt over agens/ simuleringsmiddel og dekontamineringsprodukt fra studiene, ble hentet ut av søkestrategien som kun omtalte tørr dekontaminering.

VX: O-etyl S-(2-diisopropylaminoetyl)metylfosfonotiolat (hydrofob nervegass), **CEES**: 2-chloroethyl ethyl sulfide (simuleringsmiddel til HD), **DIMP**: diisopropyl methylphosphonate (biprodukt av sarin/nervegass), **HD**: Sennepsgass (hud stridsgass), **GD**: Soman (nervegass), **TEPA**: triethyl phosphonoacetate (giftig stoff av typen organofosfat), **MS**: metylsalisylat (hydrofob simuleringsmiddel for HD), **Chlorpyrifos**: nerveagens, **Malathion**: simuleringsmiddel, ligner VX/nerveagens, toksisk industrielle kjemikalie), **Dichlorvos**: nerveagens.

Av disse referansene viste alle ni at metoden deres var effektive nok til å dekontaminere agens det var rettet mot (24, 28, 32, 34, 36-38, 41, 42). Derimot var fokuset i flere studier å sammenligne tørre dekontamineringsmetoder, og resultatet deres viste at midlene ikke var like effektive som de andre. Et dekontamineringsprodukt som ofte gikk igjen var RSDL, hvor tre studier (24, 34, 41) viste at den var effektiv og den mest effektive sammenlignet med FE (34). Det blir derimot vist i to studier, hvor RSDL og DDGel ble sammenlignet, at RSDL ga tegn til «wash-in» effekt og at det ikke var like effektivt som DDGel (36, 37). Disse to studiene sa at DDGel fjernet 83,6% av simuleringsmiddel fra hudoverflaten (av totale dosen som kontaminerte hudområdet), mens RSDL tok 82,7%.

Fullers jord var heller ikke like effektivt som RSDL i en studie(34), men FE var mer effektiv enn Ambergard og BDH (38). Det var også verdt å merke seg at BDH også økte den totale mengden metylsalisylat (MS) som penetrerte huden (38). Studien med interclustersaltet (28) viste at saltet var et bedre alternativ til FE. Fokuset i studien med de absorptive pulvertypene Bentonite og Magnesium Trisilicate (32) lå ikke i å sammenligne, men heller vise resultater som pekte på at denne blandingen av ulike pulver med lipofile og hydrofile egenskaper gjorde den til et effektivt dekontamineringsmiddel.

Siste studiet hvor tørkepapir og inkontinenskladdene ble omtalt (42), viste at de var like effektive på å fjerne agens, men påpekte at den praktiske prosedyren hadde en betydning for hvor effektivt det ble.

Resultatet fra søkestrategien: Studier som støttet våt dekontaminering

Studiene som kun fokuserte på våt dekontaminering var fire studier (21, 23, 25, 30). Studiene som brukte såpevann (21, 25, 30) viste at metoden hadde effekt, men i varierende grad.

Amlot, R. (25) skrev at alle metodene han beskrev var effektive for å dekontaminere fluorescensen (et lysende stoff som skulle etterligne kontamineringsgrad). Josse D. (21) sa også at ORCHIDS protokollen var like effektivt som den franske våte dekontamineringsmetoden i å fjerne fluorescensen. ORCHIDS beskrev hvordan våt dekontaminering bør gjøres (2), men utover det sa ikke Josse D. sin studie noe mer.

En annen studie (30) viste derimot at såpevann, hvor dekontamineringen skjedde 30 min post-kontaminering, ikke klarte å fjerne alt og 8-11,9% av kontamineringen lå igjen i epidermis 90 minutter etter eksponeringen. I tillegg nevnte studien at wash-in effekten ble observert for simuleringsmiddel benzosyre og paraoxon (cholinesterasehemmer), og sa at wash-in effekten var avhengig av kjemiske egenskaper hos agenset. Denne studien så på de fire hydrofobe simuleringsmiddel: hydroquinone, benzosyre, paraoxon and klonidin.

Det var en studie som brukte bare vann (23). Selv med bare vann, klarte man å fjerne 100% av kontamineringsmiddelet etter 90 sekunder. En viktig detalj var at studien ikke brukte tradisjonelle simuleringsmiddel eller agens, men blandet sammen babyolje og et optisk synlig pulver, for å etterligne et kontamineringsmiddel. Evalueringen av dekontamineringseffekten ble i studiet vurdert av kontrollører med lys og øyemål.

Resultatet fra søkestrategien: Studier som omtalte både tørr og våt dekontaminering

I **tabell 9**, så man de 12 studiene som omtalte både tørr og våt dekontaminering (11, 14, 20, 22, 26, 27, 29, 31, 33, 35, 39, 40). De fleste studier omtalte dekontamineringsmetodene uten å sammenligne dem (20, 29), mens de resterende gjorde det (11, 14, 22, 26, 27, 31, 33, 35, 39, 40).

Av de 10 studiene viste syv av dem at tørr dekontaminering var et bedre alternativ enn våt dekontaminering (11, 22, 26, 31, 33, 35, 40). Dekontamineringsproduktene som ble brukt var DDGel (11), RSDL (22, 26, 35), inkontinenskladd (31) og den siste studien, av Matar, H. (40) nevnte at fem andre produkter (deriblant **FE** som fjernet 83% av kontamineringen) var bedre enn de vannbaserte metodene. I tillegg viste det seg at disse vannbaserte produktene Flora free og Diphoterine i Matars studie økte raten og mengde MS som passerte hudlaget, noe forfatteren antok kom av «wash-in» effekten.

Cao, Y (11) så på effekten av DDGel, som viste seg å være et effektivt produkt, som kan fjerne agens fra hudoverflaten, hudlaget Stratum Corneum og redusere penetrasjon og systemisk absorpsjon av alle seks simuleringsmiddel som ble testet. Såpevann ble brukt som kontroll for et simuleringsmiddel og var ikke like effektiv som DDGel.

Thors, L (26) sammenlignet 5 ulike dekontamineringsmetoder hvor alle var effektive, men den mest effektive var RSDL.

Kassouf, N. (31) sin studie viser at den absorberende lappen, bandasje og tørkepapir, var mer effektiv (>90%) på simuleringsmiddel i væskeform enn våt dekontaminering (~85%), men at tørr dekontaminering var ineffektiv mot kaliumcyanid, som var et partikulært simuleringsmiddel.

I en annen studie av Thors, L (35), ble det også her observert at RSDL var det mest effektive produktet, i tillegg til at man så tegn til «wash-in» effekten med såpevannet.

Bazire, A. (22) sin studie viste at RSDL var mer effektiv enn FE og såpevann.

Studie	Agens/ simuleringsmiddel	Tørr dekontamineringsmetode	Våt dekontamineringsmetode
(11)	4 sennepsgass lignende stoffer 2 nervegass lignende stoffer	DDGel	Såpevann (brukt som kontroll for CEPS)
(26)	VX	RSDL, PS104, Fullers jord (FE), AlldecontMED	Bare vann
(31)	MS, DM, toksiske industrielle kjemikalier	MoliNea Plus Underpad (absorberende lapp), bandasje, tørkepapir, ASPD	Såpevann
(35)	VX	RSDL	Såpevann
(22)	VX	RSDL, FE	Såpevann
(40)	MS	FE, KBDO, diphoterine (øyeskyllevæske), D- Tam, Fast Act, polymerer, MMFW, babyservietter	Såpevann (flora free)
(20)	VX	RSDL, FE, Dakin (hypokloritt), babyserviett	Dusj (ikke nærmere forklart)
(29)	Paraoxon, Benzosyre, Trimethylphosfat	DDGel, MOF, SAP	Bare vann, såpevann
(14)	MS	Bandasje (DD)	LPS, TD
(33)	MS	Bandasje (DD)	LPS, TD
(27)	MS, PHR, SFA, KCN	Bandasje (DD)	LPS, TD
(39)	MS	Tørkepapir	TD-lignende

Tabell 9, Oversikt over agens/ simuleringsmiddel og dekontamineringsmetode fra studiene fra søkestrategien som omtalte både tørr og våt dekontaminering.

Fargekoder; **Gul**: Tørr dekontaminering hadde best effekt. **Blå**: Våt dekontaminering hadde best effekt. **Ingen farge**: Ble ikke sammenlignet, eller ingen klar forskjell i effekt mellom metodene.

Sennepsgass lignende: Dimethyl Adipate, Diethyl Adipate, 2 chloroethyl Methyl Sulfide, chloroethyl phenyl sulfide (CEPS). **Nervegass lignende**: diethyl sebacate. Trimethyl Phosphate. **MS**: metylsalisylat (hydrofob simuleringsmiddel for HD), **PHR**: Phorate (hydrofob), **SFA**: sodium fluoroacetat (hydrofil), **KCN**: kaliumcyanid (hydrofil), **PS104**: svensk middel som binder agens, **AlldecontMED**: middel som inaktiverer og løser opp agens, **LPS**: Ladder Pipe System, **TD**: Technical Decontamination, **SAP**: Superabsorberende polymer (absorberende stoff), **MOF**: «Metal Organic Framework» (inaktiverende stoff), **DM**: Diethyl malonate (simuleringsmiddel, ligner soman), **Toksiske industrielle kjemikalier**: parathion, phorate og kaliumcyanid (solid), **ASPD**: en type svamp, **Ambulance Service polyurethane decontamination**, **KBDO**: inaktiverende stoff og finnes i RSDL, **diphoterine**: skyllevæske, **D-Tam**: løsning som fjerner agens, **Fast act**: inaktiverende pulver, **polymere**: (UA, MA og IA) som binder agens, **MMFW**: Medical moist-free wipes (type våtklut).

Chilcott, R.P. sin studie (33) omtalte også de tre protokollene DD, LPS og TD. Her så det ut til at DD (bandasje) var den mest effektive (gjennomsnittlig effekt i prosent 99 +/-1) om man ekskluderte de frivillige med lav compliance. Om man inkluderte disse to personene, var LPS (98 +/-4) og TD (95 +/- 9) hver for seg mer effektive enn DD (gjennomsnittlig effekt i prosent 70 +/-38). I tillegg ble det også her vist at trippelprotokollen var den mest effektive dekontamineringsmetoden (DD+LPS+TD).

På den andre siden var det tre studier (27, 31, 39), som pekte mot våt dekontaminering som et bedre alternativ. En av disse studiene (27) viste at tørr dekontaminering (DD/bandasje) og våt dekontaminering (LPS og TD) reduserte begge effektivt simuleringsmiddel på hud og hår, men at DD ikke var like bra som våt dekontaminering med tanke på dekontaminering av hår. Både våt og tørr dekontaminering var effektive på hår og hud i en annen studie (39), men våt dekontaminering fjernet kontamineringen mer konsekvent enn tørr.

Larner, J. sin studie (14) omtalte de tre protokollene DD, LPS og TD, hvor konklusjonen var at protokollene hver for seg var effektive, men at den mest effektive dekontamineringsmetoden var trippel protokollen, hvor man tok alle tre (DD+LPS+TD) etter hverandre. Et annet poeng var at DD hadde en signifikant og positiv effekt på de andre protokollene som kom etter. DD reduserte også sekundær dekontaminering når pasientene kom til TD enheten.

Av studiene hvor målet ikke var å sammenligne metoder mellom tørr og våt dekontaminering, observerte Josse, D. i sin studie (20) at RSDL eller Dakin (tørr dekontaminering, hypoklorittløsning) var de mest effektive metodene mot VX, sammenlignet med FE og babyservietter. I tillegg økte dekontamineringseffekten med FE, om den ble etterfulgt av en dusj (det nevnes ikke i studiet om såpe ble inkludert). «Wash-in» effekten ble heller ikke observert under studiet.

Cao, Y. sin studie (29) sammenlignet ikke våt og tørr dekontaminering, men viste at man kan dekontaminere effektivt om man fuktet huden før man tilførte det tørre dekontamineringsmiddelet. Det var heller ikke observert tegn til «wash-in» effekt her.

Resultatet fra referansesøket i PRISM retningslinjer:

Av de seks studiene fra referansesøket (**Tabell 10**), var det ingen som eksplisitt så på tørr dekontaminering. Det var derimot fire av dem som kun omtalte våt dekontaminering (43, 46-48). Alle fire brukte såpevann, men to av dem inkluderte også destillert vann som en dekontamineringsmetode (43, 47). Noen typer såper viste også tegn til å være bedre enn de andre, som ArgosTM (43, 47), DermogelTM (47) og NIOSH cleanser (48). Disse fire studiene viste i tillegg at alle hadde effekt av våt dekontaminering, unntatt en studie (46). Denne studien viste at dekontaminering en time post-eksponering ikke senket agensvolumet som gjennomtrengte huden, uansett om huden var varm, kald eller tørr, utenom våt, hvor det var ikke-signifikant dekontamineringseffekt, også etter en time. Et annet poeng å nevne var at «wash-in» effekten ble observert i to av studiene (46, 48).

De resterende studiene (44, 45) omtalte både våt og tørr dekontaminering (**Tabell 10**). En av studiene (44) som viste at tørr dekontaminering var bedre, trakk frem RSDL lotion som et effektiv dekontamineringsmiddel som hindret død i svin kontaminert av VX, mens såpevann var ineffektiv for å hindre død 45 minutter etter kontamineringen. Studien sier likevel at såpevann var effektivt nok til å hindre død ved 30 minutter etter kontaminering. Studien så også på dekontaminering av skadet hud, og såpevann var heller ikke her effektivt nok til å

hindre død. Det gjorde derimot RSDL, i tillegg til hypokloritt (klorløsning, inaktiverer agens). Den andre studien som sammenlignet tørr og våt dekontaminering trakk også frem RSDL som den mest effektive dekontamineringsmiddelet (45), men nevnte at såpevann ga moderat beskyttelse, selv om den var like effektiv som hypokloritt og M291 SDK (en type tørr dekontamineringsmiddel).

Studie	Agens/ simuleringsmiddel	Tørr dekontamineringsprodukt	Våt dekontamineringsmetode
(43)	Sennepegass	-	Såpevann (Neodekont, Argos, Dermogel, FloraFree)
(46)	Paraoxon	-	Såpevann (Florafree og Argos)
(47)	Paraoxon, soman, VX	-	Såpevann (Neodekont, Argos, Dermogel, florafree)
(48)	PbO (jernoksid)	-	Såpevann (Ivory Liquid såpe, NIOSH cleanser)
(44)	VX	RSDL, FE, hypokloritt	Såpevann
(45)	Soman	RSDL, M291 SDK, hypokloritt	Såpevann

Tabell 10, Oversikt over agens/ simuleringsmiddel og dekontamineringstype fra studiene som ble hentet ut av referansesøket. **PbO:** jernoksid, giftig industrimetall, **Nervegass:** Soman og VX, **Paraoxon:** cholinesterasehemmer.

Diskusjon

Hvilke studier anbefalte tørr dekontaminering?

Det var ni studier (24, 28, 32, 34, 36-38, 41, 42) som undersøkte kun tørr dekontaminering, åtte studier som kun så på våt (21, 23, 25, 30, 43, 46-48), mens det var 14 studier (11, 14, 20, 22, 26, 27, 29, 31, 33, 35, 39, 40) som omtalte begge metoder.

Alle tørre dekontamineringsstudier viste at deres dekontamineringsmetoder var effektive. Noen studier sammenlignet flere tørre dekontamineringsprodukter og RSDL, Fullers jord (FE), DDGel, blue roll (tørkepapir) og bandasje var best undersøkt.

De våte dekontamineringsstudiene viste også at sine metoder ga effekt, men metodene varierte mellom såpevann og vann alene.

Av studiene som omtalte både tørr og våt dekontaminering var det ni studier (11, 22, 26, 31, 33, 35, 40, 44, 45) som var i favør av tørr dekontaminering, men hvor en av dem (33) også viste resultater som indikerte at våt dekontaminering var tilnærmet like god eller bedre om man inkluderte compliancefaktoren hos de frivillige. Det var tre studier (27, 31, 39) hvor resultatet indikerte at våt dekontaminering var et bedre alternativ. En studie (14) viste at tørr og våt dekontaminering var like effektive.

Om man kun så på antall studier, så det ut til at det var 18 studier (24, 28, 32, 34, 36-38, 41, 42) som viste at tørr dekontaminering var effektivt, hvor halvparten (11, 22, 26, 31, 33, 35, 40, 44, 45) også viste at det var bedre enn våt dekontaminering. Det var derimot 12 studier (21, 23, 25, 30, 43, 46-48) som viste at våt dekontaminering var et godt alternativ, hvor tre av dem (27, 31, 39) viste bedre resultater enn tørr dekontaminering. Det var to studier (14, 33) som viste at de var nesten like effektive. Ut ifra dette ser det ut til at man har data på at tørr dekontaminering er et effektivt alternativ, i tillegg til at flere studier peker mot at tørr er bedre enn våt dekontaminering. Man kan ut fra dette vurdere om det er bedre å anbefale tørr i stedet for våt dekontaminering, slik at man kan unngå hypotermifaren.

Hvilke tørre dekontamineringsmetoder var mest effektive og best dokumenterte?

Om man skal se på de mest effektive tørre dekontamineringsstudiene, var det RSDL, Fullers jord (FE), DDGel, blue roll (tørkepapir) og bandasje som oftest gikk igjen i mange studier som effektive metoder.

RSDL ble brukt i totalt 11 studier, hvor fem av dem kun sammenlignet ulike tørre dekontamineringsmetoder (24, 34, 36, 37, 41), og seks av dem hvor man så på både tørre og våte dekontamineringsmetoder (20, 22, 26, 35, 44, 45). Her var altså RSDL den mest effektive i alle, unntatt i to artikler (36, 37), hvor RSDL ikke var like effektiv som DDGel, og i tillegg viste tegn til «wash-in» effekt. Agens/simuleringsmiddel som ble testet mot RSDL, var ulike hud- og nervestridsmiddel (VX, CEES, DIMP, TEPA og Soman).

Fullers jord (FE) ble omtalt i ni studier (20, 22, 26, 28, 29, 34, 38, 40, 44), hvor seks av dem (20, 22, 26, 29, 40, 44) undersøkte både tørr og våt dekontaminering. FE var effektiv, men ikke bedre enn RSDL i fem studier (20, 22, 26, 34, 44). I to studier (38, 40) var FE den mest effektive, sammenlignet med Ambergard, BDH, og flere andre produkter. FE var også bedre enn såpevann i tre studier (22, 40, 44). I en studie (28) hvor man kun så på ulike tørre dekontamineringsmetoder, var FE nesten like effektiv som «interclustersaltet» $\text{Al}_{13}\text{-PMO}_{10}\text{V}_2$, og var bra nok til å redusere kliniske konsekvenser av sennepsgass på marsvin, og viste også effekt på soman på musehud, selv om interclustersaltet var bedre i begge tilfeller, siden den inaktiverer, i tillegg til å binde seg til agens. I en annen studie (29) fjernet FE mest Paraoxon sammenlignet med SAP, selv om SAP egentlig viste større effekt. En av disse studiene (20) viste også at FE var mer effektiv om den ble etterfulgt av en dusj og «wash-in» effekten ble heller ikke observert under studien. Agens/simuleringsmiddel som ble testet mot FE, var VX, HD og MS.

DDGel har selv blitt testet i 4 studier (11, 29, 36, 37), hvorav to av dem(36, 37) viste at DDGel var bedre enn RSDL. I en annen studie (11) viste resultatet at DDGel var et effektivt middel mot fire sennepsgasslignende og to nerveagenslignende middel. I den siste studien (29) var DDGel like effektive som RSDL og SAP/MOF. Agens/simuleringsmiddel som ble testet mot DDGel var Paraoxon, Benzosyre, Trimethylphosfat, fire sennepsgass lignende stoffer, 2 nervegass lignende stoffer, CEES og DIMP.

I fire studier (14, 27, 31, 33) hvor man omtalte både tørr og våt dekontaminering, ble bandasje brukt som metode for tørr dekontaminering. Bandasjen var effektiv i alle studiene og var i to studier (31, 33) like bra eller bedre enn våt dekontaminering. Det ble derimot vist at den ikke var så effektiv mot dekontaminering av hår (27). Agens/simuleringsmiddel som ble testet mot bandasjen var MS, PHR, SFA, KCN, DM og tre toksiske industrielle kjemikalier.

Blue roll (tørkepapir) ble brukt i tre studier (31, 39, 42), hvor den ene (42) viste like god effekt som inkontinenskladden, og resultatene ble bedre om man tørket og gned med produktene. Tørkepapiret var nesten like effektiv som våt dekontaminering ifølge Chilcott, R. P. (39) (våt dekontaminering var mer konsekvent på resultatene), men i en annen studie (31) var den mer effektiv. Agens/simuleringsmiddel som ble testet mot tørkepapiret var MS, DM og 3 toksiske industrielle kjemikalier.

Om tørr skal kunne erstatte våt dekontaminering burde den altså være like effektiv eller mer effektiv enn våt dekontaminering. De tørre dekontamineringsmetodene som ble omtalt her viste seg å være effektive på mange ulike typer kjemiske agens. Flere av dem har også vist like eller bedre resultater enn våt dekontaminering i flere studier, slik som RSDL (20, 22, 26, 35, 44, 45), Fullers jord (FE) (22, 40, 44), bandasje (31, 33) og tørkepapir (31, 39). Derfor kan disse dekontamineringsproduktene være en egnet erstatningsmetode for våt dekontaminering i nordisk klima, hvor vær og vind gir effektiv temperatur som vanskeliggjør våt dekontaminering store deler av året.

Et annet perspektiv var å se hvilke agens/simuleringsmiddel som ble testet. Vi så at de fleste agens testet både tørr og våt dekontaminering (**Tabell 11**). Unntakene var seks som ble kun undersøkt av tørr dekontaminering, mens fem ble kun undersøkt med våt dekontaminering. Av de seks som ble undersøkt med tørr dekontaminering, var de fleste nerveagens eller substitutt, mens den ene var et simuleringsmiddel for sennepsgass. Av de fem kontamineringsmidlene som ble undersøkt med våt dekontaminering, var det kun to som ikke var like gode simuleringsmiddel som ovennevnte.

Disse to, fluorescerende middel (21, 25) og babyolje blandes med optisk synlig pulver (23), ble laget for å teste den våte dekontamineringens evne til å fjerne disse stoffene, og hadde ikke lignende kjemiske egenskaper til virkelige agens, slik som for eksempel metylsalisylat, som var en god substitutt for sennepsgass ifølge en systematisk oversikt (12) over C-agenslignende midler som ble brukt til forsøk. Dette gjorde at disse studiene ikke var like gode som andre studier som brukte virkelige agens eller simuleringsmiddel med lignende kjemiske egenskaper. De to hydrofobe simuleringsmiddel, hydroquinone og klonidin var derimot et bedre valg siden studiet valgte disse kjemiske modellene fordi de lignet på vanlige kjemiske agens brukt i krig og pesticider (30) (kjemiske midler mot skadedyr). Det giftige industrimetallet PbO (jernoksid) var også et godt valg, siden det i seg selv var en agens.

Begge metoder	Kun tørr dekontaminering	Kun våt dekontaminering
1. VX	1. VX	1. VX
2. MS	2. MS	2. Soman
3. Soman	3. Soman	3. Sennepsgass
4. Paraoxon	4. Sennepsgass	4. Paraoxon
5. Benzosyre	5. CEES	5. Benzosyre
6. DM	6. DIMP	6. Fluorescerende middel.
7. PHR	7. TEPA	7. Hydroquinone
8. SFA	8. Chlorpyrifos	8. Klonidin
9. KCN	9. Malathion	Babyolje+optisk synlig pulver
10. 4 Sennepsgass lignende simuleringsmiddel	10. Dichlorvos	9. PbO
11. 2 Nerveagens lignende simuleringsmiddel		
12. 3 Toksiske industrielle kjemikalier		

Tabell 11, Oversikt over agens/simuleringsmiddel i studiene fra litteraturstudiet.

Uthevet skrift i første kolonne til venstre:

Agens/simuleringsmiddel hvor tørr var like effektiv/bedre enn våt dekontaminering.

Rød skrift: agens/simuleringsmiddel som ikke har blitt testet av enten tørr eller våt dekontaminering.

Sennepsgass lignende: Dimethyl Adipate, Diethyl Adipate, 2 chloroethyl Methyl Sulfide, chloroethyl phenyl sulfide (CEPS).

Nerveagens lignende: diethyl sebacate. Trimethyl Phosphate. MS: metylsalisylat (hydrofob simuleringsmiddel for HD),

PHR: Phorate (hydrofob), SFA: sodium fluoroacetat(hydrofil), KCN: kaliumcyanid (hydrofil), DM: Diethyl malonate

(simuleringsmiddel, ligner soman), Toksiske industrielle kjemikalier: parathion, phorate og kaliumcyanid (solid), 4

hydrofobe simuleringsmiddel: hydroquinone, benzosyre, paraoxon (cholinesterasehemmer) and klonidin. PbO: jernoksid,

giftig industrimetall, VX: O-etyl S-(2-diisopropylaminoetyl)metylfosfonotiolat (hydrofob nerveagens), CEES: 2-chloroethyl

ethyl sulfide (simuleringsmiddel til HD), DIMP: diisopropyl methylphosphonate (biprodukt av sarin/nervegass), TEPA:

triethyl phosphonoacetate (giftig stoff av typen organofosfat), HD: Sennepsgass (hud stridsgass), GD: Soman (nervegass),

Chlorpyrifos: nerveagens, Malathion: nerveagens, Dichlorvos: nerveagens.

Om tørr dekontaminering skulle erstatte våt dekontaminering, burde den altså være like effektiv eller bedre på å fjerne samme agens som våt dekontaminering kan ta. Man vet ikke helt sikkert om tørr dekontaminering hadde gitt like godt eller bedre resultat på de simuleringsmiddel eller jernoksidet som bare våt dekontaminering undersøkte. Men om man veier opp det faktum at tørr dekontaminering har vist seg som et bedre alternativ på de fleste av de samme agens (**tabell 11**) som våt dekontaminering har testet, kan man tenke seg at tørr dekontaminering er et bedre alternativ på også dette feltet.

På en annen side er det viktig å merke seg at tørr dekontaminering ikke alltid lar seg gjennomføre i stor skala, slik som beskrevet i NFR (1), som derfor anbefaler at våt dekontaminering generelt bør gjøres på C-agens, med unntak av hudgasser. Disse retningslinjene er allerede noen år gamle, og man kan tenke seg at tørr dekontaminering vil få en større plass ved neste oppdatering. PRISM retningslinjene er nyere, og disse anbefaler at våt dekontaminering kun bør brukes på irriterende eller partikulære agens, men råder ikke bruk av våt dekontaminering ved vann-reaktive agens (2).

Det som trakk ned for tørr dekontaminering, var at noen studier viste at tørr dekontaminering ikke ga godt nok resultat ved kontaminert (27) og for partikulære agens (31). Men igjen kunne dette komme av valg av metode, som at bandasje (27, 33, 39) så ut til å gi dårligere effekt på dekontaminering av hår, mens RSDL (34) ga bedre resultater.

Om man holder seg til tørr dekontaminering på de agens som har gitt gode resultater og dekontaminerer hår med metoder som er mer effektive, vil altså tørr dekontaminering fortsatt være et godt alternativ til våt dekontaminering i kalde omgivelser. Et alternativ er også å klippe/fjerne langt hår.

Til slutt var det et viktig poeng at pasientene følte seg rene i etterkant, og ved tørr dekontaminering hvor man ikke brukte vann og såpe, kan dem føle at de ikke ble godt nok dekontaminert, selv om de gjennomførte metoden riktig. Dette ble observert blant frivillige i to av studiene fra litteratursøket (33, 42). Dette var ikke bra fordi det kan gjøre at pasientene søkte hjelp i ettertid og belastet helsevesenet. Om man informerte godt nok i forveien kunne man kanskje unngå dette problemet.

Ulempene ved hypotermi gjorde at man burde erstatte våt dekontaminering med tørr

Målet med denne litteraturstudien var å undersøke om tørr kunne erstatte våt dekontaminering, siden våt dekontaminering kunne gi hypotermi hos pasienter her i vårt kalde klima.

Hypotermi (5) er en tilstand hvor kroppens kjernetemperatur havner under 35°C og påfølgende konsekvenser av å få hypotermi er skjelving, atferdsendringer, dilaterte pupiller, arrytmi, tap av bevissthet og i værste fall hjertestans. Om vi i Norge opplever en kjemisk hendelse, for eksempel terrorangrep med nerveagens på en T-banestasjon i Oslo, slik man opplevde i Tokyo i 1998, vil man få en stor mengde pasienter som oppsøker sykehusene. Disse pasientene må dekontamineres på en trygg måte, utenfor sykehusene, slik at man unngår sekundær dekontaminering (2) av andre pasienter, personell og eventuelle tilskuere og pårørende. Store deler av året vil pasientene utsettes for fare for hypotermi ved massetilstrømmning enten til dekontaminering på skadested eller ved sykehus hvor man i dag bruker våt dekontaminering. Det har tidligere blitt observert fra øvelser (4, s. 53) at pasienter «bar preg av å fryse» etter våt dekontaminering, i tillegg til at retningslinjene NFR og PRISM (1, 2) også omtalte hypotermirisikioen ved våt dekontaminering.

Dette var altså hovedgrunnen til hvorfor vi burde anse tørr dekontaminering som et godt alternativ, for å nettopp unngå hypotermi. Det var også flere fordeler ved tørr dekontaminering. Et poeng var at våt dekontaminering kunne øke gjennomtrengningsprosessen av agens gjennom huden, også kjent som «wash-in» effekten (3). Man økte altså risikoen for å gjøre pasientene dårligere, selv om man var i gang med dekontamineringen. Dette så man i flere studier av våt dekontaminering (30, 35, 40, 46-48), men syntes ikke til å være et problem ved tørr dekontaminering (11, 26, 29). Allikevel var det 2 studier som observert «wash-in» effekten på RSDL (36, 37). Poenget var altså at man kunne unngå «wash-in» effekten om man valgte tørr dekontaminering i stedet.

Enda en fordel med tørr dekontaminering var at flere av disse dekontamineringsmetodene var raske å gjennomføre, i tillegg til at man slapp å måtte vente på mobilisering og etablering av utstyr, slik man så i LPS og TD (2). Av studiene fra litteratursøket så man 2 studier (31, 39) som viste at tørr dekontaminering gikk raskere enn våt dekontaminering.

Dessuten så man på studiene (20, 23, 24, 26, 27, 34, 37, 41) fra litteratursøket at jo raskere man satte i gang med dekontaminering, jo bedre dekontamineringseffekt fikk man, noe man også fordelsaktig fikk ved tørr dekontaminering.

En ulempe ved tørr dekontaminering, er at det må finnes egnet metode i stor skala for å kunne gjennomføre dette prehospitalt eller ved sykehuset. Hvis man bruker bandasjer/kladder, vil dette være tilgjengelig på sykehus, men vil kreve at det fraktes til skadested i stor skala for å kunne gjennomføres prehospitalt. RSDL og lignende stoffer finnes ikke ved norske sykehus i dag, og vil innebære en kostnad for helsevesenet.

Som man ser, er det ulemper ved hypotermi som gjør at man bør vurdere et alternativ til våt dekontaminering i Norden. Tørr dekontaminering kan være en god løsning, selv om dette også har sine praktiske ulemper. Ut fra litteraturen på feltet er tørr dekontaminering minst like god som våt for C-hendelser, og man bør derfor vurdere å ta dette inn i den norske helsetjenesten. Tørr dekontaminering er et godt alternativ om man ønsker å unngå hypotermi, men vi har altså funnet holdepunkter på at det er et like godt eller bedre alternativ uansett.

Begrensninger

Studiene varierte i design og utforming, slik at de ikke alltid var så lette å sammenligne. For eksempel varierte valg av dekontamineringsprodukt innenfor tørr eller våt dekontaminering og den praktiske prosedyren bak dekontamineringen kunne være forskjellig. I tillegg til metodevariasjon så man at også brukeren av metoden hadde stor innvirkning på resultatet: man så for eksempel i en studie (31) at PRISM anbefalingene om å tørke/gni med produktet ikke ble fulgt og da ble dekontamineringsresultatet dårligere.

En annen variabel var måten studien ble utført på, som studiemodellen (kase-kontroll eller eksperimentell studie) og valg av in vitro (og dyre-/menneskehud eller syntetisk) eller in vivo (dyre-/menneskeforsøk) forsøk. Det er usikkert om resultatene sett i dyremodeller eller simuleringsmiddel vil gjenfinnes i virkeligheten.

En annen faktor var betydningen av plasseringen av kontamineringen. Man så at kroppsfasonger kunne gi vansker med tanke på dekontamineringen: man kan ha vansker med å kvantifisere restmengden av agens etterpå, noe som ble kommentert på i en studie (25). Dette vil imidlertid være tilfelle i virkeligheten også. En annen ting var at kontaminering av huden på griseøre ga raskere systemisk påvirkning, enn kontaminering av epigastriehuden (24). Dette tyder på at selv om man finner effekt av en metode så kan det finnes tilfeller hvor den er mindre effektiv ved kontaminering av andre deler av kroppen. Dette blir vanskelig å etterprøve.

Hvordan man har tolket effekten av dekontamineringsmetoden i ulike studier kan også ha betydning for resultatet. Noen studier hadde god protokoll på hvordan resultatet skulle bli tolket, mens andre resultatvurderinger var av mindre kvalitet, som en studie hvor man brukte øyemål for å evaluere dekontamineringsresultatet (23). Andre evaluerte resultatet på klinikken, slik som beskrevet med griseøret over (24).

Man så også at kontaminering av hår var generelt mer utfordrende, for både tørr og våt dekontaminering, og som kunne påvirke studieresultatet om man ikke valgte adekvate målemetoder. Et eksempel på dette var studiet hvor tørr dekontaminering ble gjort med bandasje, og arealet av eksponert hår var begrenset til de øvre hårstråene (27).

Tidspunkt for dekontaminering etter eksponering av agens hadde stor betydning for resultatet. Om det ble gjort raskt, ville effekten være større, og derfor ville studiene hvor dekontamineringen skjedde raskt, gi resultater med høyere effekt (20, 23, 24, 26, 27, 34, 37, 41).

Valget av simuleringsmiddel bør også være underbygget andre studier, slik at substituttet ligner mest mulig på det opprinnelige agens som dekontamineringsmetoden skal være effektiv for (12). Gjør man ikke det kan man få resultater som ikke er så anvendelige, som en studie som blandet optisk synlig pulver med babyolje (23). Slike studier blir mindre relevante da de ikke sier noe om effekten på kjemisk agens.

Konklusjon

Målet med litteraturstudien var å undersøke om tørr dekontaminering kunne erstatte våt dekontaminering, for å redusere faren for hypotermi, når det var nødvendig å utføre dekontaminering av C-hendelser i en sivil setting og i et nordlig klima. For å kunne erstatte tørr med våt dekontaminering, må man først være sikker på at tørr var et like bra eller bedre alternativ. Studiene som ble funnet og gjennomgått her, indikerte at tørr dekontaminering var et like godt eller bedre alternativ enn våt dekontaminering, som brukes i dag. Man så at de mest effektive tørre dekontamineringsmidlene var RSDL, Fullers jord, DDGel, tørkepapir og bandasje. De fleste agens/simuleringsmiddel, som ble omtalt i studiene fra litteratursøket, ble effektivt fjernet med tørr dekontaminering, slik at man kunne vurdere tørr som et godt alternativ uavhengig av agens/simuleringsmiddel for kjemiske hendelser. Unntakene hvor tørr dekontaminering ikke ga like gode resultater som våt, var ved partikulære agens og når det var snakk om dekontaminering av hår. Fordelene ved tørr dekontaminering var derimot flere, hvor man så at «wash-in effekt» unngås, som man så ved våt dekontaminering.

I tillegg var tørr dekontaminering raskere å gjennomføre, noe som var gunstig siden rask igangsetting med dekontaminering ga økt dekontamineringseffekt. Ulempen var logistikk til skadestedet og eventuell kostnad om man valgte kommersielle produkter.

Hovedfordelen var at man kan redusere hypotermifaren, som i seg selv ga grunn til å vurdere tørr dekontaminering som en god erstatning til våt dekontaminering for oss i Norden.

Litteraturstudien viste at tørr dekontaminering var et like godt eller bedre alternativ enn våt dekontaminering for C-hendelser, og man fant holdepunkter for å kunne erstatte våt med tørr dekontaminering også i situasjoner hvor hypotermi ikke var en avgjørende faktor.

Interessekonflikter

Forfatteren rapporterer ingen interessekonflikter.

Referanseliste

1. Helsedirektoratet. Nasjonal faglig retningslinje for håndtering av CBRNE-hendelser med personskade [Retningslinjer]. Oslo: Helsedirektoratet; 2017 [cited 2020 1. januar]. Available from: https://www.helsedirektoratet.no/retningslinjer/handtering-av-cbrne-hendelser-med-personskade/CBRNE-hendelser%20med%20personskade%20%E2%80%93%20Nasjonal%20faglig%20retningslinje.pdf/_attachment/inline/9b2099c4-4573-46d8-9260-227b55714cb9:fac65e34d9d1133b1b8e87f2d7a4f3b1764b7acf/CBRNE-hendelser%20med%20personskade%20%E2%80%93%20Nasjonal%20faglig%20retningslinje.pdf.
2. Chilcott RP, Amlôt R. PRISM Guidance for Chemical Incidents Volume 1: Strategic Guidance for Mass Casualty Disrobe and Decontamination United States: United States. Office of the Biomedical Advanced Research and Development Authority

United States. Department of Health and Human Services. Office of the Assistant Secretary for Preparedness and Response; 2015 [Available from: <https://www.hsdl.org/?view&did=792704>].
3. Moody RP, Maibach HI. Skin decontamination: Importance of the wash-in effect. *Food Chem Toxicol.* 2006;44(11):1783-8.
4. RHF HN, Hansen J. Evalueringsrapport for Live-delen av Nasjonal Helseøvelse 2018. 2019 26.03.2019.
5. Cheshire WP, Jr. Thermoregulatory disorders and illness related to heat and cold stress. *Auton Neurosci.* 2016;196:91-104.
6. Fudge J. Preventing and Managing Hypothermia and Frostbite Injury. *Sports Health.* 2016;8(2):133-9.
7. Dannevig P, Harstveit K. Klima i Norge: Store norske leksikon; 2009 [updated 09.11.2020]. Available from: https://snl.no/klima_i_Norge.
8. Harstveit K. Temperert klima: Store norske leksikon; 2009 [updated 29. august 2018]. Available from: https://snl.no/temperert_klima.
9. SENTER NKS. Tabell Temp Vind Oslo Tromsø NORSK KLIMA SERVICE SENTER; [Available from: <https://klimaservicesenter.no/observations/>].
10. YR. Effektiv temperatur og «føles som»: YR; [Available from: <https://hjelp.yr.no/hc/no/articles/360001695513-Effektiv-temperatur-og-f%C3%B8les-som->].
11. Cao Y, Elmahdy A, Zhu H, Hui X, Maibach H. Binding affinity and decontamination of dermal decontamination gel to model chemical warfare agent simulants. *Journal of Applied Toxicology.* 2018;38(5):724-33.
12. James T, Wyke S, Marczylo T, Collins S, Gaulton T, Foxall K, et al. Chemical warfare agent simulants for human volunteer trials of emergency decontamination: A systematic review. *Journal of Applied Toxicology.* 2018;38(1):113-21.
13. Laake P, Olsen BR, Benestad HB. *Forskning i medisin og biofag. 2. utg. ed.* Oslo: Gyldendal akademisk; 2008.
14. Lerner J, Durrant A, Hughes P, Mahalingam D, Rivers S, Matar H, et al. Efficacy of Different Hair and Skin Decontamination Strategies with Identification of Associated Hazards to First Responders. *Prehosp Emerg Care.* 2020;24(3):355-68.
15. Matar H, Amer N, Kansagra S, Pinhal A, Thomas E, Townend S, et al. Hybrid in vitro diffusion cell for simultaneous evaluation of hair and skin decontamination: temporal distribution of chemical contaminants. *Sci Rep.* 2018;8(1):16906.
16. Chilcott RP, Lerner J, Matar H. UK's initial operational response and specialist operational response to CBRN and HazMat incidents: a primer on decontamination protocols for healthcare professionals. *Emerg Med J.* 2019;36(2):117-23.

17. Matar H, Larner J, Kansagra S, Atkinson KL, Skamarauskas JT, Amlot R, et al. Design and characterisation of a novel in vitro skin diffusion cell system for assessing mass casualty decontamination systems. *Toxicol In Vitro*. 2014;28(4):492-501.
18. PRISMA. PRISMA Flow Diagram: PRISMA; 2009 [Available from: <http://prisma-statement.org/prismastatement/flowdiagram.aspx>].
19. Folkehelseinstituttet. Sjekklister fra Helsebiblioteket: Folkehelseinstituttet; 2016 [updated 03.06.2016. Available from: <https://www.helsebiblioteket.no/249212.cms>].
20. Josse D, Barrier G, Cruz C, Ferrante MC, Berthelot N. Delayed decontamination effectiveness following skin exposure to the chemical warfare agent VX. *Toxicology Letters*. 2011;205:S163.
21. Josse D, Comas F, Bui-Tho J, Denisan C, Cruz C, Bifarella R, et al. Comparison of showering protocols effectiveness for human volunteers' skin decontamination. *Toxicology Letters*. 2011;205:S204.
22. Bazire A, Baubichon D, Cruz C, Bifarella R, Josse D. In vivo evaluation of skin decontaminants against chemical warfare agent VX. *Toxicology Letters*. 2010;196:S245-S6.
23. Moffett PM, Baker BL, Kang CS, Johnson MS. Evaluation of time required for water-only decontamination of an oil-based agent. *Mil Med*. 2010;175(3):185-7.
24. Hamilton MG, Hill I, Conley J, Sawyer TW, Caneva DC, Lundy PM. Clinical aspects of percutaneous poisoning by the chemical warfare agent VX: effects of application site and decontamination. *Mil Med*. 2004;169(11):856-62.
25. Amlot R, Larner J, Matar H, Jones DR, Carter H, Turner EA, et al. Comparative analysis of showering protocols for mass-casualty decontamination. *Prehosp Disaster Med*. 2010;25(5):435-9.
26. Thors L, Koch M, Wigenstam E, Koch B, Hagglund L, Bucht A. Comparison of skin decontamination efficacy of commercial decontamination products following exposure to VX on human skin. *Chemico-Biological Interactions*. 2017;273:82-9.
27. Matar H, Pinhal A, Amer N, Barrett M, Thomas E, Hughes P, et al. Decontamination and Management of Contaminated Hair following a CBRN or HazMat Incident. *Toxicological Sciences*. 2019;171(1):269-79.
28. Yu J, Gao Q, Zhang L, Zhong Y, Yin J, Zhou Y, et al. A dual-function all-inorganic intercluster salt comprising the polycation ϵ -[Al₁₃O₄(OH)₂₄(H₂O)₁₂]⁷⁺ and polyanion α -[PMo₁₀V₂O₄₀]⁵⁻ for detoxifying sulfur mustard and soman†. *Dalton transactions (Cambridge, England : 2003)*. 2020;49(24):8122-35.
29. Cao Y, Hui X, Maibach HI. Effect of superabsorbent polymers (SAP) and metal organic frameworks (MOF) wiping sandwich patch on human skin decontamination and detoxification in vitro. *Toxicology letters*. 2020;13.
30. Zhu H, Jung EC, Phuong C, Hui X, Maibach H. Effects of soap-water wash on human epidermal penetration. *Journal of Applied Toxicology*. 2015.
31. Kassouf N, Syed S, Larner J, Amlot R, Chilcott RP. Evaluation of absorbent materials for use as ad hoc dry decontaminants during mass casualty incidents as part of the UK's Initial Operational Response (IOR). *Plos One*. 2017;12(2).
32. Mircioiu C, Voicu VA, Ionescu M, Miron DS, Radulescu FS, Nicolescu AC. Evaluation of in vitro absorption, decontamination and desorption of organophosphorous compounds from skin and synthetic membranes. *Toxicology Letters*. 2013;219(2):99-106.
33. Chilcott RP, Larner J, Durrant A, Hughes P, Mahalingam D, Rivers S, et al. Evaluation of US Federal Guidelines (Primary Response Incident Scene Management [PRISM]) for Mass Decontamination of Casualties During the Initial Operational Response to a Chemical Incident. *Ann Emerg Med*. 2019;73(6):671-84.
34. Rolland P, Bolzinger MA, Cruz C, Josse D, Briançon S. Hairy skin exposure to VX in vitro: effectiveness of delayed decontamination. *Toxicol In Vitro*. 2013;27(1):358-66.
35. Thors L, Wigenstam E, Qvarnstrom J, Hagglund L, Bucht A. Improved skin decontamination efficacy for the nerve agent VX. *Chemico-Biological Interactions*. 2020;325 (no pagination).

36. Cao Y, Hui X, Zhu H, Elmahdy A, Maibach H. In vitro human skin permeation and decontamination of 2-chloroethyl ethyl sulfide (CEES) using Dermal Decontamination Gel (DDGel) and Reactive Skin Decontamination Lotion (RSDL). *Toxicol Lett.* 2018;291:86-91.
37. Cao Y, Hui X, Elmahdy A, Maibach H. In vitro human skin permeation and decontamination of diisopropyl methylphosphonate (DIMP) using Dermal Decontamination Gel (DDGel) and Reactive Skin Decontamination Lotion (RSDL) at different timepoints. *Toxicol Lett.* 2018;299:118-23.
38. Chilcott RP, Jenner J, Hotchkiss SAM, Rice P. In vitro skin absorption and decontamination of sulphur mustard: Comparison of human and pig-ear skin. *Journal of Applied Toxicology.* 2001;21(4):279-83.
39. Chilcott RP, Mitchell H, Matar H. Optimization of Nonambulant Mass Casualty Decontamination Protocols as Part of an Initial
or Specialist Operational Response to Chemical Incidents. *Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors.* 2019;23(1):32-43.
40. Matar H, Guerreiro A, Piletsky SA, Price SC, Chilcott RP. Preliminary evaluation of military, commercial and novel skin decontamination products against a chemical warfare agent simulant (methyl salicylate). *Cutaneous and Ocular Toxicology.* 2016;35(2):137-44.
41. Thors L, Lindberg S, Johansson S, Koch B, Koch M, Hagglund L, et al. RSDL decontamination of human skin contaminated with the nerve agent VX. *Toxicology Letters.* 2017;269:47-54.
42. Amlot R, Carter H, Riddle L, Larner J, Chilcott RP. Volunteer trials of a novel improvised dry decontamination protocol for use during mass casualty incidents as part of the UK'S Initial Operational Response (IOR). *PLoS ONE.* 2017;12(6):e0179309.
43. Misik J, Jost P, Pavlikova R, Vodakova E, Cabal J, Kuca K. A comparison of decontamination effects of commercially available detergents in rats pre-exposed to topical sulphur mustard. *Cutan Ocul Toxicol.* 2013;32(2):135-9.
44. Bjarnason S, Mikler J, Hill I, Tenn C, Garrett M, Caddy N, et al. Comparison of selected skin decontaminant products and regimens against VX in domestic swine. *Hum Exp Toxicol.* 2008;27(3):253-61.
45. Braue EH, Jr., Smith KH, Doxzon BF, Lumpkin HL, Clarkson ED. Efficacy studies of Reactive Skin Decontamination Lotion, M291 Skin Decontamination Kit, 0.5% bleach, 1% soapy water, and Skin Exposure Reduction Paste Against Chemical Warfare Agents, part 2: guinea pigs challenged with soman. *Cutan Ocul Toxicol.* 2011;30(1):29-37.
46. Misik J, Pavlikova R, Josse D, Cabal J, Kuca K. In vitro skin permeation and decontamination of the organophosphorus pesticide paraoxon under various physical conditions--evidence for a wash-in effect. *Toxicol Mech Methods.* 2012;22(7):520-5.
47. Misik J, Pavliková R, Kuča K. Percutaneous toxicity and decontamination of soman, VX, and paraoxon in rats using detergents. *Arh Hig Rada Toksikol.* 2013;64(2):25-31.
48. Filon FL, Boeniger M, Maina G, Adami G, Spinelli P, Damian A. Skin Absorption of Inorganic Lead (PbO) and the Effect of Skin Cleansers. *J Occup Environ Med.* 2006;48(7):692-9.

Vedlegg

Artikkel tittel	Agens / simuleringsmiddel	Dekontamineringsmetode n /Metode	Design	Resultatet (Fordeler og ulemper)	Kvalitet
Binding affinity and decontamination of dermal decontamination gel to model chemical warfare agent simulants	Simuleringsmiddel: 6 stoffer, hvor noen har Sennepsgass lignende egenskaper, andre har Nervegass lignende egenskaper.	Tørr dekontaminering: DDGel. Våt dekontaminering: Såpevann (for bare 1 simuleringsmiddel, CEPS).	Eksperimentell studie, menneskehud.	DDGel fjernet simuleringsmiddel fra overflaten, kunne tilbake-ekstrahere simuleringsmiddel fra Stratum Corneum og hindret videre penetrasjon gjennom hudlaget. DDGel var mer effektiv enn såpevann. DDGel hadde ikke «wash-in» effekt.	Middels. Litt uklar metodebeskrivelse. Ellers klart forskningsspørsmål, svarte på spørsmålet og resultatet virket rimelig.
Clinical aspects of percutaneous poisoning by the chemical warfare agent VX: effects of application site and decontamination	Agens: VX.	Tørr dekontaminering: RSDL.	Eksperimentell studie, svinehud.	RSDL hindret at VX når systemet gjennom huden. RSDL måtte legges på innen en viss tid, ellers ville mesteparten av VX alt være overført gjennom huden.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.
Comparative analysis of showering protocols for mass-casualty decontamination	Annet: Red fluorophore (ikke agens eller stimulantia).	Våt dekontaminering: Såpevann.	Kasus-kontroll studie, frivillige.	Klut økte dekontamineringseffekten av standard prosedyre, mens instruksjoner og økt dusjtid økte ikke effekten.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.
Comparison of showering protocols effectiveness for human volunteers' skin decontamination	Annet: Fluorescerende forbindelse, simulerer metylsalisylat og ligner sennepsgass.	Våt dekontaminering: Såpevann (ORCHIDS i allefall, usikker om den franske metoden).	Kasus-kontroll studie, frivillige.	ORCHIDS og FRENCH dekontamineringsprotokoll var like effektive. Undersøkte hvem som dekontaminerte best av pasienten selv eller personell, og resultatet var at personell som dekontaminerte økte ikke effekten.	Middels. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden var kort beskrevet og resultatet var rimelig, men også kort.
Comparison of skin decontamination efficacy of commercial decontamination products following exposure to VX on human skin	Agens: VX.	Tørr dekontaminering: RSDL krem, RSDL svamp, PS104, FE (Fuller's jord), AlaldecontMED. Våt dekontaminering: Bare vann (skylle med vann flere ganger).	Eksperimentell studie, menneskehud.	Tidlig dekontaminering med RSDL krem var overlegent bedre enn de andre på å hindre VX i å penetrere menneskehuden. Vann under dekontaminering økte ren VX penetrasjonen, men vann under prosessen av å fjerne dekontamineringsmidlet påvirket ikke dekontamineringseffekten.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.
Decontamination and Management of Contaminated Hair following a CBRN or HazMat Incident	Simuleringsmiddel: metylsalisylat (MS), phorate (PHR), sodium fluoroacetate (SFA), or kaliumcyanid (KCN).	Tørr dekontaminering: Steril bandasje. Våt dekontaminering: LPS Teknisk dekontaminering.	Eksperimentell studie, svinehud + menneskehår.	Tørr dekontaminering var generelt ikke bedre enn våt dekontaminering. Ingen dekontamineringsmetoder var derimot gode nok i håret, post-dekontaminering viste mye residiv og off-gassing var til stede.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.
Decontamination of human skin exposed to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p- dioxin (TCDD) in vitro	BESTILT 28.12.2020. Denne studien utelukkes				
Decontamination of Toxic Industrial Chemicals and Fentanyl by Application of the RSDL Kit	BESTILT 28.12.2020. Denne studien utelukkes				

Delayed decontamination effectiveness following skin exposure to the chemical warfare agent VX	Agens: VX.	Tørr dekontaminering: FE, RSDL, Dakin (hypochlorite løsning, blekemiddel) og våtserivetter. Våt dekontaminering: Dusj (ikke mer beskrivende).	Eksperimentell Studie, svinehud.	RSDL eller Dakin 30 min post-eksponert grisehud for VX var mest effektiv. Huddekontaminerings effekten av FE på grisehud økte når det ble etterfulgt av dusj. Ingen tegn til wash-in effekt under forsøket av grisehud.	Lav. Klar problemstilling, svarte ikke helt på problemstillingen, i tillegg var metoden kort og uklar. Resultatet hørtes bra ut, men var ikke underbygget godt.
A dual-function all-inorganic intercluster salt comprising the polycation ϵ -[Al ₁₃ O ₄ (OH) ₂₄ (H ₂ O) ₁₂] ⁷⁺ and polyanion α -[PMo ₁₀ V ₂ O ₄₀] ⁵⁻ for detoxifying sulfur mustard and soman†	Agens: Soman (GD, nervegass) Sulfur Mustard (HD, sennepsgass).	Tørr dekontaminering: FE (Fullers jord) og Al ₁₃ -PMo ₁₀ V ₂ (interclustersalt).	Eksperimentell studie, marsvinhud, musehud.	Interclustersaltet brøyt ned HD, men FE var like effektive mtp. reduksjon av morfologiske hudtegn av HD på marsvinhud (uten pels). Interclustersaltet og FE var nesten statistisk like, men interclustersaltet hadde bedre dekontamineringseffekt enn FE av GD på musehud og inaktiverte GD.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.
Effect of superabsorbent polymers (SAP) and metal organic frameworks (MOF) wiping sandwich patch on human skin decontamination and detoxification in vitro	Agens: Paraoxon (ligner nerveagens som sarin, soman, VX), Benzoic acid og Trimethylphosphate.	Tørr dekontaminering: Enkle absorbanter; SAP (superabsorberende polymer), FE (Fullers jord) eller bomullspad. Våt dekontaminering: Bare vann.	Eksperimentell studie, menneskehud.	Sammenlignet FE, bomullspad og SAP, hvor SAP var best på å redusere penetrasjon, men FE fjernet mest Paraoxon. Pre-væting før SAP økte absorpsjon og dekontamineringseffekten. Om man vætet med alkalisk vann, økte MOF dekontaminering og detoxifikasjonseffekten mer enn bare MOF og kontrollen, mtp. Paraoxon. Pre-væting av SAP/MOF og så DDGel kombinasjonen ga veldig god dekontamineringseffekt, bedre enn DDGel, SAP/MOF og RSDL alene. SAP gjorde at «wash-in» effekten ikke observeres.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.
Effects of soap-water wash on human epidermal penetration	Simuleringsmiddel: hydroquinone, benzoic acid, paraoxon and klonidin.	Våt dekontaminering: Såpevann.	Eksperimentell studie, menneskehud.	Såpevann 30 min etter kontaminering fjernet ikke alt, 8-11,9% igjen i epidermis 90 min etter kontaminering. «wash-in» effekt observert for benzoic acid og paraoxon, men ikke for hydroquinone og klonidin. «Wash in» effekten så ut til å være avhengig av kjemiske egenskaper. Økt absorpsjon av simuleringsmiddel i SC laget når man samtidig økte SC hydreringsnivået.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.
Efficacy of Different Hair and Skin Decontamination Strategies with Identification of Associated Hazards to First Responders	Simuleringsmiddel: metylsalisylat.	Tørr dekontaminering: Bandasje (DD). Våt dekontaminering: Grov (LPS) og Teknisk (klut med såpe) dekontaminering.	Kasus-kontroll studie, frivillige.	DD hadde signifikant og positiv effekt på de andre dekontamineringsprotokollene. Alle 3 var individuelt effektive, men mest effektive var trippelprotokollen (DD+LPS+TD). DD reduserte sekundær dekontaminering ved bruk av TD enhetene, ettersom agensnivået sank i vaskekluter, håndklær og i luften inne i enheten.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.
Evaluation of absorbent materials for use as ad hoc dry decontaminants during mass casualty incidents as part of the UK's Initial Operational Response (IOR)	Simuleringsmiddel: metylsalisylat og Diethyl Malonate. Toksisk industrielle kjemikalier: Parathion, Phorate og kaliumcyanid.	Tørr dekontaminering: 4 absorbanter; green absorbent pad, Maxiflex Dressing, blue roll (tørkepapir), and ambulance service decontamination sponge Våt dekontaminering: Rinse, wipe, Rinse (bare vann).	Eksperimentell studie, svinehud.	Tørr dekontaminering var generelt mer effektiv enn standard R-W-R metode for å fjerne simuleringsmiddel i væskeform. Tørr dekontaminering gikk raskere (<5s) enn R-W-R (90s). Tørr dekontaminering ikke effektiv mot kaliumcyanid, men R-W-R var effektiv.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.

Evaluation of in vitro absorption, decontamination and desorption of organophosphorous compounds from skin and synthetic membranes	Agens: Soman, Chlorpyrifos, Malathion, Dichlorvos.	Tørr dekontaminering: Bentonite, Magnesium Trisilicate.	Eksperimentell studie, Menneskehud, syntetisk hud.	Alle produktene var alene eller kombinert, nok til å signifikant redusere agens penetrasjonen på alle modellene. Å kombinere hydrofile og lipofile absorptive midler gjorde at de effektivt reduserte membranpenetrasjonen, på agens som var hydrofile eller lipofile.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.
Evaluation of time required for water-only decontamination of an oil-based agent	Annet: Optisk pulver fra klessåpe + babyolje.	Våt dekontaminering: Bare vann (dusj, varmtvann, gjentatte ganger).	Kasus kontroll studie, frivillige	Etter 30s, 90% (18 av 20) har blitt fullstendig dekontaminert. Etter 90s, 100% dekontaminering av alle.	Middels. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden var tvilsom og resultatet var usikkert.
Evaluation of US Federal Guidelines (Primary Response Incident Scene Management [PRISM]) for Mass Decontamination of Casualties During the Initial Operational Response to a Chemical Incident	Simuleringsmiddel: metylsalisylat.	Tørr dekontaminering: Bandasje (DD). Våt dekontaminering: LPS, TD.	Kasus kontroll studie, frivillige.	Trippel (DD, LPS og TD) er mest effektiv. Både LPS og TD var effektive alene, og i kombinasjon var de 96% effektive. DD var 99% effektiv på de med compliance, 70% om vi tar med de som var ikke-compliant.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.
Hairy skin exposure to VX in vitro: effectiveness of delayed decontamination	Agens: VX.	Tørr dekontaminering: RSDL, Fullers jord.	Eksperimentell studie, svinehud.	75% av VX ble gjenvunnet, 2t etter eksponering. RSDL og FE var effektive 45 min post-eksponering også, hvor RSDL var mer effektiv på både hud og hår.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.
Improved skin decontamination efficacy for the nerve agent VX	Agens: VX.	Tørr dekontaminering: 4 RSDL prosedyrer. Våt dekontaminering: Såpevann.	Eksperimentell studie, menneskehud.	Alle 4 RSDL var signifikant effektive på å redusere penetrasjon, sammenlignet med kontroll. Protokollene 3 og 4 var derimot mest effektiv. Såpevann økte agens penetrasjonen mest, tegn til «wash-in» effekt.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.
In vitro human skin permeation and decontamination of 2-chloroethyl ethyl sulfide (CEES) using Dermal Decontamination Gel (DDGel) and Reactive Skin Decontamination Lotion (RSDL)	Simuleringsmiddel: CEES (2-chloroethyl ethyl sulfide), er en HD/sennepsgass surrogat.	Tørr dekontaminering: RSDL, DDGel.	Eksperimentell studie, menneskehud.	DDGel var bedre på å fjerne CEES av hudoverflaten, SC, vev under SC og fra perkutan absorpsjon til systemet, enn RSDL. RSDL viste tegn til «wash-in» effekt. DDGel fjernet 83,6% CEES fra hudoverflaten (av totalt CEES som ble lagt på), mens RSDL stod for 82,7%. DDGel fjernet også agens fra hudlagene.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.
In vitro human skin permeation and decontamination of diisopropyl methylphosphonate (DIMP) using Dermal Decontamination Gel (DDGel) and Reactive Skin Decontamination Lotion (RSDL) at different timepoints	Simuleringsmiddel: Diisopropyl methylphosphonate (DIMP, ligner nergass, Tabun, Sarin, Soman).	Tørr dekontaminering: RSDL, DDGel.	Eksperimentell studie, menneskehud.	DDGel kunne simultant fjerne DIMP fra hudoverflaten, redusere mengden som kan penetrere inn i huden og redusere mengden som kunne bli absorbert systemisk. RSDL viste tegn til «wash-in» effekt, DDGel gjorde ikke.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.
In vitro skin absorption and decontamination of sulphur mustard: Comparison of human and pig-ear skin	Simuleringsmiddel: metylsalisylat.	Tørr dekontaminering: FE, Ambergard, BDH granuler.	Eksperimentell studie, menneskehud, svinehud.	Menneskehud: FE var mer effektiv enn Ambergard og BDH granules (fjernet opptil 95% av applisert MS dose). BDH økte totale mengden SM som penetrerte. Griseørehud: FE og Ambergard hadde 66% og 76% effekt. BDH granulene hadde effekt, men ikke signifikant.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.

In vivo evaluation of skin decontaminants against chemical warfare agent VX	Agens: VX.	Tørr dekontaminering: RSDL, FE. Våt dekontaminering: Såpevann.	Eksperimentell studie, Menneskehud, musehud.	Ikke-dekontaminerte gr.; alle døde før T+2h, 2 timer etter kontaminering. 6/7 fra FE og 5/7 fra Såpevann var i live T+2h. 2/7 fra FE og 1/7 fra Såpevann var i live T+6h. 4/7 fra RSDL var i live T+6h. BchE aktiviteten i RSDL gruppen var høyere enn de 3 andre inntil T+6h. Altså viste RSDL seg til å være mer effektiv enn mot VX enn FE og såpevann.	Middels. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden var kort beskrevet og resultatet var rimelig, men også kort.
Optimization of Nonambulant Mass Casualty Decontamination Protocols as Part of an Initial or Specialist Operational Response to Chemical Incidents	Simuleringsmiddel: metylsalisylat og curcumin blanding.	Tørr dekontaminering: Blue roll (tørkepapir). Våt dekontaminering: LPS, TD.	Kasus kontroll studie, frivillige.	Tørr dekontaminering tok 3 min, mens våt tok 4 min. Begge var effektive med å fjerne simuleringsmiddel fra hår og hud. Men våt var mer konsekvent og fjernet større andel simuleringsmiddel (70%) ved flere av de eksponerte anatomiske områdene. Observerte ikke spredning av simuleringsmiddel til andre hudområder under dekontaminering.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.
Preliminary evaluation of military, commercial and novel skin decontamination products against a chemical warfare agent simulant (methyl salicylate)	Simuleringsmiddel: metylsalisylat	Tørr dekontaminering: 15 ulike produkter (inkl. FE), tørre, flytende, svamper og våtkluter.	Eksperimentell studie, svinehud.	Mest effektive var FE, Fast-Act, og 3 andre polymerer. 5 av produktene økte dermale absorpsjonen av MS. Florafree og Diphoterine, var vannbaserte og det var tegn til «wash-in» effekt.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.
Reactive skin decontamination lotion (RSDL) for the decontamination of chemical warfare agent (CWA) dermal exposure	BESTILT 28.12.2020. Denne studien utelukkes				
RSDL decontamination of human skin contaminated with the nerve agent VX	Agens: VX og TEPA (ikke toksisk OPC).	Tørr dekontaminering: RSDL.	Eksperimentell studie, menneskehud.	Tidlig initiering med RSDL var effektivt. RSDL effekt redusert om OPC får virke over tid. RSDL effekt var avhengig av kjemiske egenskaper og konsentrasjon hos OPC. RSDL nedbrytningsevne var avhengig Av høy pH og OPC løselighet.	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.
Volunteer trials of a novel improvised dry decontamination protocol for use during mass casualty incidents as part of the UK'S Initial Operational Response (IOR)	Simuleringsmiddel: metylsalisylat.	Tørr dekontaminering: Blue roll(tørkepapir) og inkontinensekladder.	Kasus kontroll studie, frivillige.	Dekontaminering ga mindre gjenvunnet simuleringsmiddel fra frivillige. «Blotting» i kombinasjon med å gni ga best effekt. Ingen forskjell i effektivitet mellom de 2 absorpsjonsmidlene. Med veiledning ble dekontamineringen bedre. Flere frivillige følte seg ikke rene etter dekontaminering	Høy. Klar problemstilling, svarte på problemstillingen, metoden passet og resultatet var rimelig.

Tabell 12, oversikt over referansene fra søkestrategiene.

Fargekoder: Rosa er kolonnetittel, grønn er studier som omtaler både tørr og våt dekontaminering, beige omtaler kun tørr og blå omtaler kun våt dekontaminering.