

Statusartikel

Filterreaktioner ved hæmodialysebehandling

Rasmus Lindahl Eriksen, Krista Dybtved Kjærgaard & Christian Daugaard Peters

Nyresygdomme, Aarhus Universitetshospital

Ugeskr Læger 2026;188:V08250626. doi: 10.61409/V08250626

HOVEDBUDSKABER

- Hypersensitivitetsreaktioner ved hæmodialyse (HD) har tidligere været vurderet som sjældne og primært relateret til ældre membrantyper.
- Vores opgørelse viser en højere formodet prævalens (4,5 %) og stor variation i håndtering mellem danske dialysecentre.
- Der er behov for national standardisering inden for diagnostik, behandling og registrering af reaktioner ved HD.

Der er ca. 2.500 patienter i kronisk hæmodialyse (HD) i Danmark, hvilket svarer til omkring 312.000 årlige behandlinger [1]. Under HD eksponeres blodet for syntetiske og polymerbaserede materialer hvilket øger risikoen for hypersensitivitetsreaktioner. Materialerne er gennem årene blevet mere biokompatible, men alvorlige reaktioner forekommer stadig.

Siden 1975 [2] er anafylaktiske og anafylaktoide reaktioner løbende rapporteret og knyttet til komponenter i det ekstrakorporale kredsløb, herunder slanger og dialysemembraner [3-7], steriliseringsmidler [2, 3, 8-10], vandrensningsniveau [11, 12] og til medicin [3] givet før og under dialysen.

Størstedelen af reaktionerne har været rettet mod bioinkompatible, komplementaktiverende dialysemembraner, ethylenoxidsterilisering af membraner, som forårsagede IgE-medieret hypersensitivitet [13] eller eksponering for membraner af typen polyakrylonitril (PAN). Reaktionerne i nyere studier er ofte rettet mod mere biokompatible membrantyper af polysulfon (PS), som også i disse studier var hyppigst brugt, men kan også være rettet mod andre membrantyper herunder: polyethersulfon (PES), polyarylethersulfon (PAES), polyvinylpyrrolidon (PVP) [7, 14]. Der er desuden kasuistisk beskrevne reaktioner rettet mod kanyler og slangesæt [10].

I 1987 blev prævalensen af hypersensitivitetsreaktioner opgjort til 2% blandt patienter opstartet i HD [15]. Incidensen blev i et nyere spansk studie fra 2018 også opgjort til 2% [16].

Dette understreger problemets omfang. Selv om udstyr til HD har ændret sig over tid, ses der stadig reaktioner rettet mod nyere materialer, og disse kan forekomme sporadisk i alle dialyseklinikker.

Baggrund om hypersensitivitetsreaktioner

Ved hypersensitivitetsreaktioner i HD retter fokus sig på udstyr tilknyttet det ekstrakorporale kredsløb herunder nålesæt, slangesæt og dialysemembranen.

Moderne dialysefiltre anvender membraner af forskelligt indhold og sammensætning herunder PS, PAES, PVP,

heparin-grafted AN-69 blend (HeprAN) eller asymmetrisk triacetat (ATA) [17-24]. Membraner, der tidligere gav problemer, er nu coatede for at mindske anafylaktiske, anafylaktoide eller bradykinin-medierede reaktioner. Tidligere problemer med komplementaktivering og leukocytdgranulering er på denne baggrund betydeligt reduceret, selv ved samtidig angiotensin-converting-enzyme-inhibitor (ACE)-behandling [9, 25].

Det er også værd at bemærke, at sterilisation af filtre og slangesæt udføres ved damp eller gammabestråling, hvilket betyder, at allergiske reaktioner i mindre grad kan tilskrives sterilisationsmetoden – en vigtig ændring i forhold til tidligere praksis [26]. Nålesæt kan dog fortsat være steriliseret med ethylenoxid [27, 28].

Reaktioner

Reaktionerne under HD er historisk blevet opdelt i to typer: A og B som vist i **Tabel 1** [29].

TABEL 1 Beskrivelse af reaktionstyperne. Type A giver hypersensitivitetsreaktioner, der typisk opstår inden for de første minutter af dialysen, men kan opstå op til 30 minutter inde i dialysen. Type B-reaktioner opstår typisk lidt senere end type A, hyppigst indenfor 15-30 minutter efter opstart, men kan opstå senere under behandlingen.

Reaktionstype	Type	
	A	B
Symptomer	Urticaria, angioødem, hoste, åndenød, næse- og tåreflåd, mavekrampe, kløe og brændende fornemmelse, hypotension og påvirket kredsløb	Brystmerter, åndenød, kvalme og opkastninger, hypotension
Tidspunkt	Opstår inden for få minutter op til 30 minutter efter hæmodialyseopstart Forsvinder IKKE under pågående HD-behandling	Opstår typisk senere end type A, ofte 15-30 minutter eller evt. senere efter hæmodialyseopstart Forsvinder typisk under pågående HD-behandling
Behandling	Omgående ophør med HD uden returnering af blod for at undgå, at patienten eksponeres igen Nåle skal IKKE fjernes, før patienten er stabil Anafylaktisk/anafylaktoid reaktion (ofte type A) håndteres med prompte brug af adrenalin, antihistamin og binyrebarkhormon samt understøttende behandling	
Formodet mekanisme	Anafylaktisk (IgE-medieret) eller anafylaktoid reaktion <i>eller</i> Bradykininmedieret	Komplement dreven reaktion, der giver pulmonal leukostase
Differentialdiagnostisk	AMI, lungeemboli, lungestase, aortadissektion, akut abdomen, blødning, dysækvilibrium. Kan afklares ved klinisk undersøgelse, arteriegas (kan tages på arterienålen) samt ekg, TnI, D-dimer og evt. billeddiagnostik (akut CT).	

A-gas = arteriegas; AMI = akut myokardieinfarkt; HD = hæmodialyse, IgE = immunoglobulin, TnI = troponin I.

Type A-reaktion

Type A er hypersensitivitetsreaktioner, der typisk opstår inden for de første minutter af dialysen, men kan opstå op til 30 minutter inde i dialysen [29-30].

Symptomer fremgår af Tabel 1 og forsvinder ikke under behandlingen. Reaktionen kan være IgE- eller ikke-IgE medieret (Tabel 2).

TABEL 2 Inddeling af type A-reaktioner og hyppigste agens.

IgE-medieret (anafylaktisk)	Ikke-IgE-medieret (anafylaktoid)
Ethylenoxid	Opioid
Formaldehyd	Jodkontrast
Latex	AN-69-filter
Klorhexidin	NSAID
<i>Parenterale jernmidler</i> Jern (III)-hydroxid-saccharose-kompleks Ferricarboxymaltose Ferriderisomaltose Jern (III)-hydroxid-dextran-kompleks	Formentlig også parenterale jernmidler, erytropoietiske væksfaktorer, heparin/lavmolekylære hepariner eller etelcalcetid
<i>Erytropoietiske vækstfaktorer</i> Darbepoetin alfa Epoetin alfa Epoetin beta Methoxypolyethylenglycol-epoetin beta Roxadustat	
<i>Heparin og lavmolekylære hepariner</i> Dalteparin Tinzaparin Enoxaparin	

AN-69-filter = Acrylonitrile og natriummethallylsulfon copolymer med polyætyleneimin overfladebehandling; IgE = immunoglobulin.

Behandling

Ved mistanke om en Type A-reaktion, skal HD straks stoppes, men nåle bør ikke fjernes, før patienten er stabil. Det er afgørende ikke at returnere blodet til patienten for at undgå reeksponering. Anafylaktisk/anafylaktoid reaktion håndteres med prompte brug af adrenalin, antihistamin og binyrebarkhormon samt understøttende behandling.

Type B- reaktion

Type B-reaktioner opstår typisk lidt senere end type A, hyppigst indenfor 15-30 minutter efter opstart, men kan opstå senere under behandlingen [15, 29, 30]. Disse symptomer (Tabel 1) forsvinder typisk under behandlingen og kan være associeret med histamin, leukotriener, bradykinin og komplementdrevne reaktioner (C3a), der fører til pulmonal leukostase og hypoxæmi.

Behandling

Understøttende behandling som ilt, nitroglycerin og væskebolus anbefales. Anafylaktisk/anafylaktoid reaktion håndteres med prompte brug af adrenalin, antihistamin og binyrebarkhormon samt understøttende behandling.

Da symptomerne uanset reaktionstype ofte er uspecifikke, bør man differentialdiagnostisk overveje andre tilstande herunder: akut myokardieinfarkt, lungeemboli, lungestase, aortadissektion, akut abdomen, blødning eller dysækvilibriumssyndrom. Disse kan ofte afklares ved klinisk undersøgelse og arteriel gasanalyse, som kan tages på arterienålen samt ekg, troponin I, D-dimer og evt. billeddiagnostik (akut CT). Medicin, der indgives via dialyse kredsløbet udgøres typisk af jernpræparater, erythropoietiske vækstfaktorer og etelcalcetid, som derfor må overvejes ved reaktioner under HD. Hvis der anvendes et dialysekateter til dialysebehandlingen, må man overveje accidentel indgift og reaktion relateret til lukkevæsken. Lukkevæsken kan indeholde citrat, heparin, taurolidin og urokinase – ofte i kombination afhængig af produkt og producent. Normalvis aspireres lukkevæsken fra kateterlumen før opstart af HD, men ved fejlagtig håndtering kan der ske indløb i karbanen med risiko for kardiell påvirkning, som følge af citratudløst hypokalcæmi eller allergisk reaktion og blødning. The U.S. Food and Drug Administration (FDA) har således advaret mod brug af lukkevæske med højdosis citrat (46,7%), som rutinemæssigt anvendes i mange danske dialysecentre.

Filterreaktioner i danske dialysecentre

For at kortlægge den aktuelle håndtering af mulige filterreaktioner/hypersensitivitetsreaktioner i danske dialysecentre har vi gennemført en spørgeskemaundersøgelse rettet mod samtlige dialyseafdelinger i Danmark. Spørgsmålene fokuserede på standardprocedurer ved hæmodialyse (HD), herunder valg af dialysemaskiner og -filtre, håndtering ved mistanke om filterreaktion og eventuelle ændringer i behandlingen – herunder filterskift. Der var 16 ud af de 25 centre i Danmark, som besvarede undersøgelsen.

Resultaterne viste en betydelig variation i praksis mellem de centre, der besvarede vores spørgeskema. Ud af i alt 860 hæmodialysepatienter modtog 132 ikke dialyse med centerets standardfilter, og hos 54 af disse var skiftet begrundet i en formodet filterreaktion svarende til 4,5%. Dette antyder, at forekomsten af formodede filterreaktioner i Danmark muligvis overstiger det, der tidligere er rapporteret i litteraturen.

Alle deltagende centre anvendte polysulfonbaserede filtre (FX CorDiox®) som standard ved både HD og hæmodiafiltration, men i alt fandtes otte forskellige filtertyper på nationalt plan (Tabel 3). Ved mistanke om filterreaktion varierede håndteringen markant: Kun fire centre har en instruks, fem tager blodprøver (IgE, tryptase og/eller differentieltælling), og dokumentation sker uens.

TABEL 3 Dialysefilter anvendt i danske dialyseklinikker.

Filter	Producent	Dialysemodalitet	Membranmateriale	Sterilisering	Housing-materiale
FX CorDiax®	Fresenius	HD/HDF	Polysulfon (HelixonePlus®)	Damp	Polypropylen
FX CorAL®	Fresenius	HD/HDF	Polysulfon (HelixoneHydro®)	Damp	Polypropylen
FX Classic®	Fresenius	HD/HDF	Polysulfon (Helixone®)	Damp	Polypropylen
Evodial®	Baxter	HD/HDF	HeprAN-69 (EvoDial®)	Gammabestråling	Polykarbonat
Revaclear®	Baxter	HD/HDF	PAES-PVP(Poracton®)	Damp	Polykarbonat
Theranova®	Baxter	HD	PAES-PVP (Poracton®)	Damp	Polykarbonat
Solacea®	Nipro	HD/HDF	Asymmetric triacetate (ATA)	Gammabestråling	Polypropylen
Elisio®	Nipro	HD/HDF	Polyethersulfone (Polynephron®)	Gammabestråling	Polypropylen

HeprAN-69 = heparin-coated acrylonitrile og natriummethylsulfon copolymer; HD = hæmodialyse; HDF = hæmodiafiltration; HelixoneHydro = hydromembran med reduceret proteinadsorption og lavere immunrespons iflg. producent; HelixonePlus = bedre clearance af større uræmiske toksiner – b2 mikroglobulin, myoglobin samt restriktion på albumintab iflg. producent; PAES-PVP = polyarylethersulfon og polyvinylpyrrolidon blanding.

Reekspoonering efter en mulig filterreaktion forsøges på seks centre, dog uden fælles retningslinjer for tidsperspektiv. Ved filterskift anvendes i praksis kun fem af de otte tilgængelige filtertyper, oftest Evodial®, FX CorAL®, Revaclear®, Theranova® eller Solacea®. FX CorAL® anvendtes hyppigst. Ingen centre angav rutinemæssigt at ændre dialysemaskine eller slangesæt.

Diskussion

Hypersensitivitetsreaktioner relateret til hæmodialyse

Hypersensitivitetsreaktioner ved HD udgør fortsat en klinisk udfordring. Selv om udvikling inden for materialer, dialysevand og sterilisation har reduceret risikoen, er forekomsten ikke faldet markant, og reaktionerne kan være fatale. Det understreger nødvendigheden af fortsat opmærksomhed og opdateret viden om korrekt håndtering.

Diskussion om forekomst og definitionsforskelle

Det skal bemærkes, at definitionen af hypersensitivitets- og filterreaktioner varierer mellem studier og centre. Reaktioner kan opstå ved incidente patienter ved opstart af HD, hvor symptomer som hypotension, kvalme eller åndenød også kan skyldes dysækvilibriumssyndrom, uræmi eller ultrafiltration. En systematisk registrering og standardiseret definition vil derfor være nødvendig for at kunne fastlægge den reelle incidens.

Årsager og symptom-billede

Reaktionerne kan have mange årsager, både fra selve det ekstrakorporale system – herunder nålesæt, slangesæt, lukkevæske, dialysemembraner og maskintyper – og fra medicin givet før eller under dialysen. Desuden kan produkter uden direkte relation til dialysen (f.eks. sprit, handsker, suturmateriale) også udløse reaktioner. Symptomer varierer afhængigt af reaktionstype og spænder fra milde gener som næseflåd og kløe til alvorlige tilstande med luftvejspåvirkning, kredsløbskollaps og i sjældne tilfælde død.

Forekomst og variation i håndtering

Tidligere studier [15, 16] har angivet prævalens og incidens på mellem 0,25-2% blandt HD-patienter. Vores screening peger imidlertid på en formodet prævalens på 4,5% i danske dialyseafdelinger, hvilket indikerer en mulig underrapportering i tidligere litteratur.

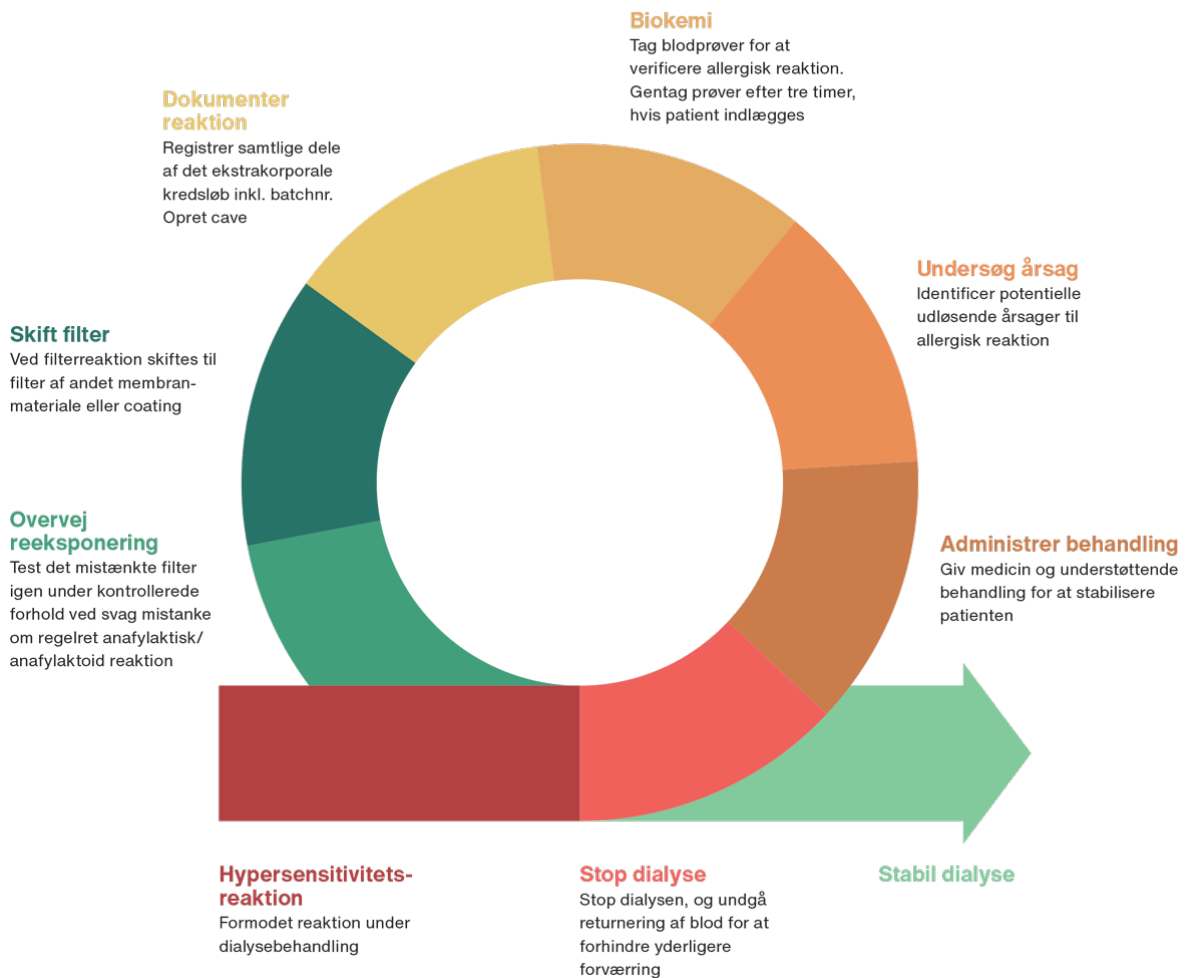
Der er bred enighed i de danske afdelinger om anvendelse af dialysefilter – alle bruger PS-filtre (FX CorDiax®), men så snart en filterreaktion mistænkes, varierer håndteringen betydeligt. Procedurer for dokumentation, udredning, reekspoonering og skift af filter er uensartede, selv om nogle afdelinger har etableret standardiserede retningslinjer.

Akut håndtering

Ved mistanke om hypersensitivitetsreaktion stoppes dialysen som udgangspunkt (**Figur 1**). Mildere reaktioner (type B) kan i visse tilfælde håndteres med understøttende behandling – men i praksis afbrydes den ofte. Ved alvorlige reaktioner (type A) skal blodet aldrig returneres for at undgå forværring af den allergiske reaktion.

Anafylaktiske/anafylaktoide reaktioner kræver hurtig og målrettet behandling med adrenalin (i.m./i.v.), antihistamin (i.m./i.v.), binyrebarkhormon (i.v.) og understøttende behandling.

FIGUR 1 Håndtering af formodet filterreaktion.



Dokumentation og udredning

Ved reaktion skal eksponeringstidspunkt og relevante agens kortlægges nøje. Det gælder information om nålesæt, dialysemaskine (slangesæt), lukkevæske, filtertype inkl. batchnummer samt al medicin givet under eller op til dialysen. Hvis der er klinisk mistanke om reaktion mod den antikoagulerende behandling, bør man overveje heparininduceret trombocytopeni. Andre mulige udløsende agens som handsker, sprit og sutur bør også overvejes.

Biokemi

Udredningen bør inkludere biokemiske analyser: Leukocytal med differentieltælling (eosinofili), trombocytter, tryptase, total IgE, IgE- ethylenoxid og komplement (C3c, C4). Ved indlæggelse og monitorering kan leukocytter, differentieltælling samt tryptase gentages efter tre timer.

Registrering

Reaktionen bør håndteres som en lægemiddelbivirkning, og dokumentation skal muliggøre tilbagemelding til leverandør ved mistanke om fejl/kontaminering under fremstillingsprocessen eller leverance. Det er derfor vigtigt at notere relevante batch- og produktionsserienumre.

Skift filter

Da valg af filtre og slangesæt ofte afhænger af lokale udbud, anbefales det ved mistanke om filterreaktion at skifte til et alternativt filter ved næste dialyse. Som udgangspunkt skal vælges et filter med en membran af et andet materiale eller samme membranmateriale men med anden coating. Dette rejser spørgsmålet om, hvorvidt reaktionerne i højere grad skyldes bestemte batch eller produktionsserier fremfor selve filtermaterialet. Det kræver nærmere afklaring og undersøgelser. Ved bestilling af materialer til dialyseklubben kan man overveje at anmode leverandøren om levering fra forskellige batch. Dette muliggør hurtig ombytning ved mistanke om fejl eller kontaminering, især ved samtidige reaktioner hos patienter, der tidligere har tålt materialerne uden problemer.

Reeksponerering

Når patienten har haft et par stabile dialyser, kan man afprøve det mistænkte filter igen, hvis der har været ringe mistanke om anafylaktisk/anafylaktoid reaktion ud fra blodprøver og symptombilledet. På den måde verificeres en formodet filterreaktion ved svag mistanke om dette.

Behov for nationale retningslinjer

Vores opgørelse viser et klart behov for national standardisering og ensartede retningslinjer for håndtering af formodede filterreaktioner både i forhold til behandlingen af denne, men også for at opnå korrekte tal om den aktuelle forekomst. Nærværende artikel kan bruges som midlertidig rettesnor og kan tjene som inspiration til en eventuel kommende national retningslinje.

Korrespondance Rasmus Lindahl Eriksen. E-mail: Raerik@rm.dk, rasmus.l.eriksen@outlook.com

Antaget 3. december 2025

Publiceret på ugeskriftet.dk 23. februar 2026

Interessekonflikter KK oplyser økonomisk støtte fra eller interesse i fra Vifor Pharma, Alexion og CSL. CDP oplyser økonomisk støtte fra eller interesse i Vifor Pharma, Astellas, AstraZeneca og Boehringer Ingelheim. Alle forfattere har indsendt ICMJE Form for Disclosure of Potential Conflicts of Interest. Disse er tilgængelige sammen med artiklen på ugeskriftet.dk

Referencer findes i artiklen publiceret på ugeskriftet.dk

Artikelreference Ugeskr Læger 2026;188:V08250626

doi 10.61409/V08250626

Open Access under Creative Commons License [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

SUMMARY

Filter reactions during haemodialysis treatment

Hypersensitivity reactions during hemodialysis remain a clinical concern despite advances in materials and techniques. A reaction should prompt swift interruption of treatment, identification of possible triggers, and thorough documentation. Filter change is recommended before the next treatment. Current handling varies

across centers, underlining the need for national guidelines to standardize treatment and improve patient safety, as argued in this review.

REFERENCER

1. Dansk Nefrologisk Selskabs Landsregister. DNSL årsrapport 2023. https://nephrology.dk/wp-content/uploads/2024/12/4692_dns-l-aarsrapport-2023-offentliggjort-version-20240628.pdf (22. dec 2025)
2. Poothullil J, Shimizu A, Day RP, Dolovich J. Anaphylaxis from the product(s) of ethylene oxide gas. *Ann Intern Med*. 1975;82(1):58-60. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-82-1-58>
3. Butani L, Calogiuri G. Hypersensitivity reactions in patients receiving hemodialysis. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2017;118(6):680-684. <https://doi.org/10.1016/j.anai.2017.04.006>
4. Peces R. Anaphylactoid reaction induced by ACEI during haemodialysis with a surface-treated AN69 membrane. *Nephrol Dial Transplant*. 2002;17(10):1859-1860. <https://doi.org/10.1093/ndt/17.10.1859>
5. Tielemans C, Madhoun P, Lenaers M, et al. Anaphylactoid reactions during hemodialysis on AN69 membranes in patients receiving ACE inhibitors. *Kidney Int*. 1990;38(5):982-984. <https://doi.org/10.1038/ki.1990.301>
6. Maheut H, Lacour F. Using AN69 ST membrane: a dialysis centre experience. *Nephrol Dial Transplant*. 2001;16(7):1519-1520. <https://doi.org/10.1093/ndt/16.7.1519>
7. Bacelar Marques ID, Pinheiro KF, de Freitas do Carmo LP, et al. Anaphylactic reaction induced by a polysulfone/polyvinylpyrrolidone membrane in the 10th session of hemodialysis with the same dialyzer. *Hemodial Int*. 2011;15(3):399-403. <https://doi.org/10.1111/j.1542-4758.2011.00553.x>
8. Lemke HD, Heidland A, Schaefer RM. Hypersensitivity reactions during haemodialysis: role of complement fragments and ethylene oxide antibodies. *Nephrol Dial Transplant*. 1990;5(4):264-269. <https://doi.org/10.1093/ndt/5.4.264>
9. Müller TF, Seitz M, Eckle I, et al. Biocompatibility differences with respect to the dialyzer sterilization method. *Nephron*. 1998;78(2):139-142. <https://doi.org/10.1159/000044901>
10. Crane C, Cunard RA, Sweiss N, et al. Anaphylaxis from ethylene oxide-sterilized dialysis tubing and needles: a case report. *Am J Kidney Dis*. 2023;82(2):243-246. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2022.12.004>
11. Saha M, Allon M. Diagnosis, treatment, and prevention of hemodialysis emergencies. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2017;12(2):357-369. <https://doi.org/10.2215/CJN.05260516>
12. Bigazzi R, Atti M, Baldari G. High-permeable membranes and hypersensitivity-like reactions: role of dialysis fluid contamination. *Blood Purif*. 1990;8(4):190-198. <https://doi.org/10.1159/000169966>
13. Rumpf KW, Seuberg A, Lowitz HD, et al. Association of ethylene-oxide-induced IgE antibodies with symptoms in dialysis patients. *Lancet*. 1985;(8469-70):1385-1387. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(85\)92555-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(85)92555-3)
14. Boer WH, Liem Y, de Beus E, Abrahams AC. Acute reactions to polysulfone/polyethersulfone dialysers: literature review and management. *Neth J Med*. 2017;75(1):4-13
15. Nicholls AJ. Hypersensitivity to hemodialysis: the United Kingdom experience. *Artif Organs*. 1987;11(2):87-89. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1594.1987.tb02634.x>
16. Esteras R, Martín-Navarro J, Ledesma G, et al. Incidence of hypersensitivity reactions during hemodialysis. *Kidney Blood Press Res*. 2018;43(5):1472-1478. <https://doi.org/10.1159/000493662>
17. NIPRO. Elisio. https://www.nipro-group.com/sites/default/files/2019-12/Elisio%20-%20New%20Layout%20-%20EN%20-%2013Dec2018%20-%20Approved_Original_413.pdf (22. dec 2025)
18. NIPRO. Solacea. https://www.nipro-group.com/sites/default/files/2019-12/Solacea%20-%20New%20Layout%20-%20EN%20-%2013Dec2018%20-%20Approved_Original_429.pdf (22. dec 2025)
19. Baxter. Revaclear. https://www.nefronet.gr/images/pdf/Revaclear_datasheet.pdf (22. dec 2025)
20. Fresenius. FX classix. https://freseniusmedicalcare.com/content/dam/fresenius-medical-care/chile/pdf/FX-classix_Broschuere_08_14_MT-EN_w_RGB.pdf (22. dec 2025)
21. Baxter. Theranova. <https://pro.vantive.com/sites/g/files/yxixcq156/files/resources/2025-02/Theranova-Datasheet.pdf> (22. dec 2025)
22. Baxter. Evodial. [Evodial_ENG.pdf](#) (22. dec 2025)

23. Fresenius. FX CorDiax – Instructions for use. <https://freseniusmedicalcare.com/en/healthcare-professionals/hemodialysis/dialyzers/fx-cordiax-dialyzers/> (22. dec 2025)
24. Fresenius. FX CorAL – Instructions for use. [7540141_02_FXCorAL HD_US_60-120_230612_v02.indd](#). (22. dec 2025)
25. Thomas M, Moriyama K, Ledebø I. AN69: evolution of the world's first high permeability membrane. Contrib Nephrol. 2011;173:119-129. <https://doi.org/10.1159/000328961>
26. Fresenius. Bloodlines, CombiSet True Flow Bloodlines. <https://freseniusmedicalcare.com/en-us/products/disposables/bloodlines/combiset/> (22. dec 2025)
27. Medikit. Supercath Clampcath. https://medikit.co.jp/english/products/hemodialysis/Catalogue_for_SupercathClampcath.pdf (22. dec 2025)
28. Bionic. Bionic Fistula Needles. <https://www.vascular-access.com/wp-content/uploads/sites/4/2015/12/pdf-english-fistula-needles.pdf> (22. dec 2025)
29. Daugirdas JT, Ing TS. First-use reactions during hemodialysis: a definition of subtypes. Kidney Int SuOpl. 1988;24:S37-S43
30. Álvarez-de Lara MA, Martín-Malo A. Hypersensitivity reactions to synthetic haemodialysis membranes: an emerging issue? Nefrologia. 2014;34(6):698-702. <https://doi.org/10.3265/Nefrologia.pre2014.Jul.12682>