

Treningsutløst rabdomyolyse – en ny tendens?

BAKGRUNN Hensikten med studien var å undersøke om det har vært en økning i antall innleggelser med treningsutløst rabdomyolyse ved Stavanger universitetssjukehus i de senere år.

MATERIALE OG METODE Vi har gjort en gjennomgang av journalene til pasienter utskrevet i perioden januar 2010 til mars 2015 med diagnosen treningsutløst rabdomyolyse og med maksimalt kreatininkinasenivå (CK) over ti ganger øvre referansegrense.

RESULTATER Til sammen 33 pasienter, 21 kvinner og 12 menn, median alder 28 år (18–68 år) ble inkludert. Av de 33 ble tre av fire (25 pasienter) innlagt i årene 2014–15, sammenlignet med åtte i perioden 2010–13. En pasient utviklet dialysekrevene nyresvikt. Behandlingen varierte mer med behandelende lege og avdeling enn med klinisk tilstand og kreatininkinaseverdi, uten at det så ut til å påvirke antall komplikasjoner.

FORTOLKNING Forekomsten av treningsutløst rabdomyolyse ved Stavanger universitetssjukehus har økt fra høsten 2014, og det sammenfaller i tid med økt medieoppmerksomhet og en endret treningskultur. Vi mener det er behov for standardisering av behandlingen av treningsutløst rabdomyolyse, da dagens behandlingsanbefalinger er basert på rabdomyolyse utløst av andre årsaker enn fysisk aktivitet.

Rabdomyolyse kjennetegnes av symptomtriaden muskelsmerter, muskelsvakheter og te/colafarget urin. Tilstanden utløses enten av en indirekte muskelskade, ved at musklene tappes for energi, eller av en direkte muskelskade, som ved traume og klemskade. Ved rabdomyolyse slippes det ut store mengder muskelenzymer, myoglobin og elektrolytter fra cellene som kan føre til komplikasjoner som elektrolyttforstyrrelser, hjerterytmeforstyrrelser, kompartmentsyndrom, nyresvikt og disseminert intravaskulær koagulasjon (DIC). Det kliniske bildet varierer fra en tilstand med lette muskelsmerter og muskelsvakheter til en potensielt dødelig multiorgan-sykdom med dialysekrevene nyresvikt (1, 2).

Trening som utløsende årsak til rabdomyolyse er velkjent innen maratonløping, militær trening og hard styrketrening (3–5) og er også beskrevet innen svømming og spinning (6, 7). I de fleste tilfellene har pasienten trent svært hardt. Rabdomyolyse utløst av lett til moderat trening kan ha andre til grunnliggende årsaker, som hypotyreose og genetiske sykdommer (2).

Det er tenkelig at en ny treningskultur har gitt økt forekomst av rabdomyolyse. I de senere år har høyintensitets intervalltrening (HIIT), generell styrketrening og trening der man bruker sin egen kroppsvekt økt i popularitet (8, 9). Ved høyintensitets intervalltrening er det advart mot økt skadefrekvens sammenlignet med annen type trening (8, 9).

De siste 5–6 årene har det også vært økt oppmerksomhet omkring treningsutløst rabdomyolyse i mediene – med overskrifter som *Døden nær etter hard treningsøkt* (10), *Trente på seg livstruende diagnose* (11) og *Tre venninner lagt inn på sykehus etter*

styrketrening (12). Formålet med denne studien var å finne ut om antall innleggelser med treningsutløst rabdomyolyse ved Stavanger universitetssjukehus er økende.

Materiale og metode

Vi har gjort en gjennomgang av journalene til pasienter ved Stavanger universitetssjukehus som ble utskrevet med diagnosen rabdomyolyse i perioden 1.1. 2010–13.3. 2015. Alle journaler med ICD-10-kodene T79.5 (traumatisk anuri), T79.6 (traumatisk iskemi i muskel), M62.2 (iskemisk infarkt i muskel), M62.8 (andre spesifiserte muskelsykdommer) og M62.9 (uspesifiserte muskelsykdommer) ble gjennomgått. Pasienter ≥ 18 år med fysisk aktivitet som utløsende årsak og skreatininkinase (CK) over ti ganger øvre referansegrense ble inkludert.

Referanseområdet for kreatininkinase varierer med kjønn og alder – kvinner ≥ 18 år: CK 35–210 IE/l, menn 18–49 år: CK 50–400 IE/l, menn ≥ 50 år: CK 40–280 IE/l (13).

Datainnsamling

Vi registrerte fysisk aktivitet som førte til den aktuelle innleggelsen, disponerende faktorer som sykdom, bruk av medikamenter og pasientens vurdering av sin egen fysiske form før den aktuelle treningsøkten samt symptomer og kliniske funn.

Urinnfunn, rutineblodprøver inkludert kreatininkinase, behandling og eventuelle komplikasjoner ved det aktuelle sykehusoppholdet ble også registrert.

Statistikk

Dataene er analysert ved bruk av programvaren IBM SPSS, Versjon 22 (IBM SPSS

Hilde Fardal

hilde.fardal@gmail.com

Klepp legesenter

Kleppe

Lasse G. Gøransson

Nyreseksjonen

Medisinsk avdeling

Stavanger universitetssjukehus

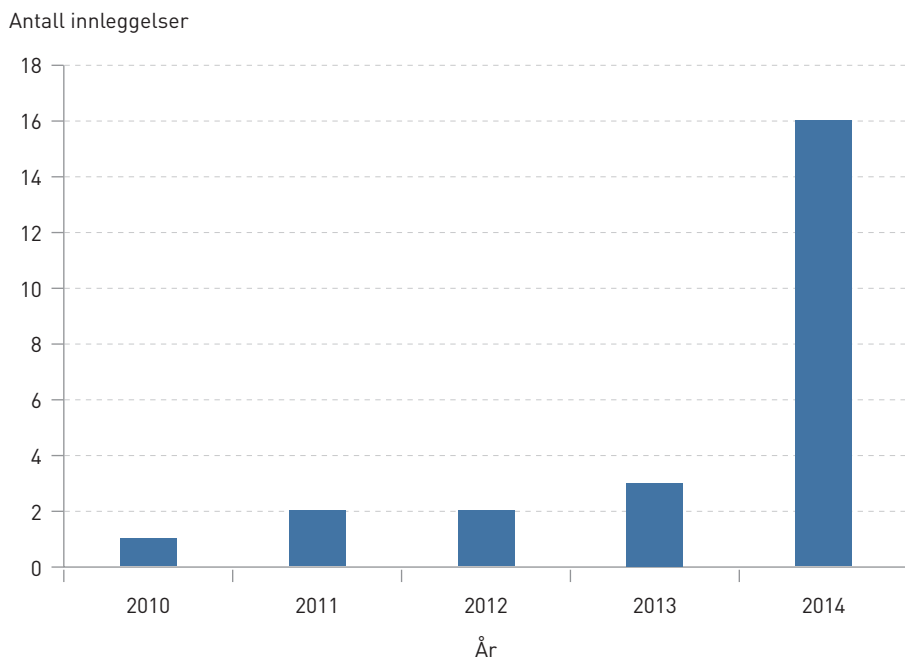
> Se lederartikkel side 1504

HOVEDBUDSKAP

Antallet innleggelser i Stavanger universitetssjukehus med treningsutløst rabdomyolyse har økt fra 2014

Høyintensiv og anstrengende (eksentrisk) styrketrening var utløsende faktorer

Det er behov for standardisering av optimal behandling ved treningsutløst rabdomyolyse



Figur 1 Antall innleggelser ved Stavanger universitetssjukehus med treningsutløst rabdomyolyse fordelt på årstall. (Ytterligere ni pasienter ble innlagt i tidsrommet 1.1. 2015–13.3. 2015)

Inc., Chicago, IL). Ikke-normalfordelte data er oppgitt med median og spredning, og grupper ble sammenlignet ved bruk av Mann-Whitneys test.

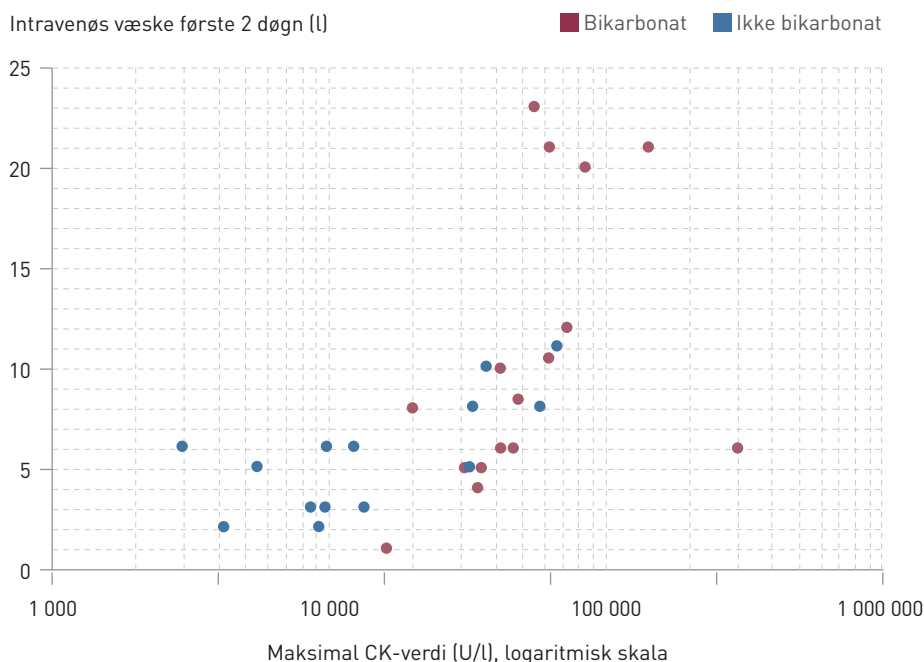
En p-verdi $< 0,05$ ble ansett som statistisk signifikant. Prosentandel er regnet ut fra 33 inkluderte pasienter hvis ikke annet er oppgitt.

Etiske vurderinger

Prosjektet ble godkjent som et kvalitetsprosjekt av personvernombudet ved Stavanger universitetssjukehus.

Resultater

I alt ble 519 pasienter utskrevet med en av de aktuelle diagnosekodene, og av disse ble 33



Figur 2 Behandling med intravenøs væske og bikarbonat første to døgn etter innleggelse, fordelt på maksimal kreatininkinaseverdi

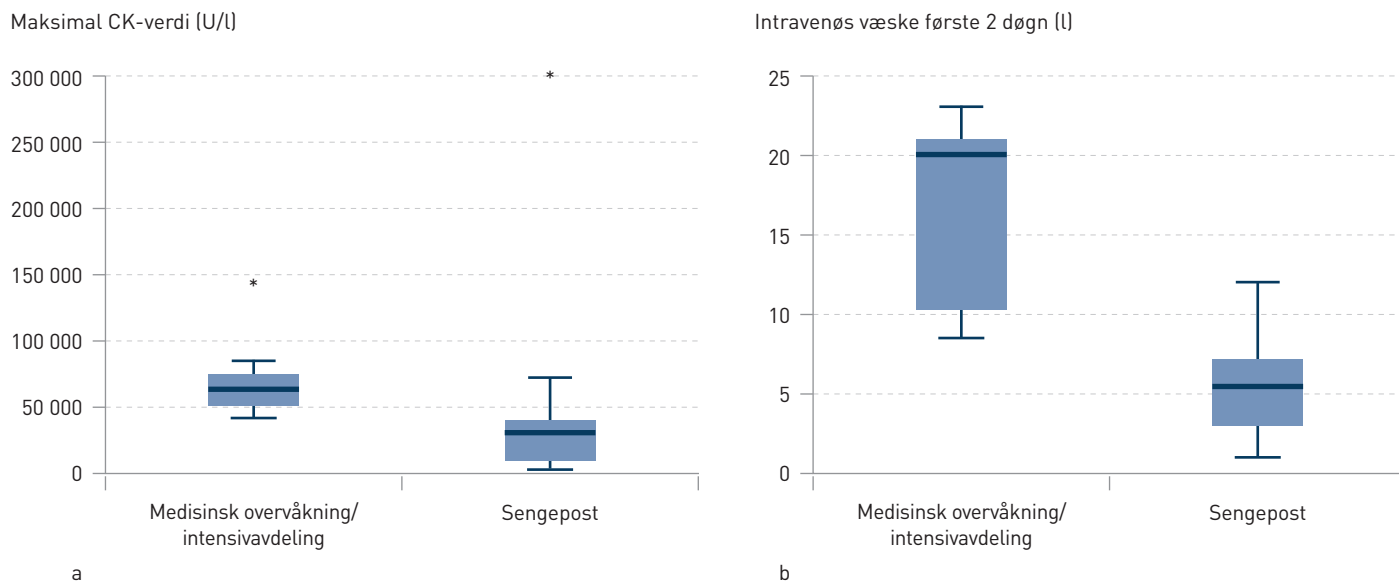
inkludert i studien. Alle de inkluderte hadde treningsutløst rabdomyolyse, tre av dem ble innlagt med komplikasjoner i form av rabdomyolyse uten at diagnosen var erkjent ved innleggelsen. Figur 1 viser at antall innleggelser per år i perioden 2010–14 økte fra 2014, ved at 22 av de 33 pasientene var innlagt i tidsrommet fra september 2014 til mars 2015.

De inkluderte pasientene besto av 21 kvinner (64%) og 12 menn (36%). De klart fleste var under 50 år, medianalderen var 28 år (18–68 år). Median innleggelsestid var tre dager (2–28 dager). Til sammen var 26 (79%) av pasientene tidligere friske. Tre av pasientene hadde tidligere hatt treningsutløst rabdomyolyse, hvorav to var undersøkt for til grunnliggende sykdom uten at det var blitt påvist.

Fire pasienter (12%) innlagt etter oktober 2014 hadde funnet informasjon om tilstanden på internett eller i aviser og hadde deretter kontaktet lege med en sterk mistanke om at de hadde utviklet treningsutløst rabdomyolyse. Ti pasienter (30%) fikk målt kreatininkinase-nivået prehospitalt ($9\,822 - > 300\,000$ IE/l), ni av dem var innlagt i 2014–15. I perioden 2010–13 ble fem av åtte pasienter innlagt med en annen tentativ diagnose enn rabdomyolyse, i motsetning til dem som ble lagt inn fra og med 2014, da dette gjaldt tre av 25. Oppgitte tentative diagnoser ved innleggelsen var kompartmentsyndrom, trombose i under- eller overekstremitet, alvorlig infeksjon og cerebralt insult.

De fleste pasientene hadde mer muskelsmerter enn etter en vanlig treningsøkt, i tillegg til muskelødem. Muskelstyrken var sjelden kommentert eller undersøkt ved innleggelsen eller under sykehusoppholdet, og pasientenes fysiske form var også sjelden kartlagt. Urinen var noe hyppigere undersøkt med urinstiks ved innkomst i perioden 2014–15 enn i 2010–13. Urinmikroskopi var hyppigst dokumentert hos pasienter som ble innlagt i nyreseksjonen og ble i praksis ikke gjennomført ved innkomst i akutt-mottaket eller ved innleggelse i andre avdelinger. Alle med rabdomyolyse i overekstremitetene hadde trent styrketrening, hvorav ti av 22 oppga å ha trent pull-ups og fire spesifiserte at det var eksentriske pull-ups. Seks av ni pasienter med høyintensiv styrketrening i perioden 2014–15 spesifiserte at de hadde trent CrossFit.

To pasienter hadde stigende s-kreatininivå etter innkomst, med maksimalverdier på henholdsvis $346\ \mu\text{mol/l}$ og $1\,180\ \mu\text{mol/l}$. To hadde elektrolyttforstyrrelser og levertransaminaser som var over 60 ganger øvre referansegrense, mest sannsynlig som ledd i rabdomyolysen. Ingen av de ovennevnte pasientene fikk permanente organskader. Tre andre pasienter innlagt før 2014 ble fasciotomert på grunn av kompartmentsyndrom.



Figur 3 Behandling av pasienter innlagt i intensivavdelingen eller medisinsk overvåkning og vanlig sengepost. a) maksimal kreatininkinaseverdi, median [25–75-prosentil] og b) antall liter væske gitt de første to døgn, median [25–75-prosentil]

Antall liter intravenøs væske gitt og bruk av bikarbonat varierte med avdeling og behandlende lege (fig 2, fig 3). Tilskudd av bikarbonat ble gitt til alle de syv pasientene ved medisinsk intensivovervåkning og intensivavdelingen. Ni av 24 pasienter ved sengepostene fikk bikarbonat, alle sammen var innlagt ved nyreseksjonen. To pasienter er utelatt, da den ene ble utskrevet direkte fra akuttmottaket og den andre ble overflyttet fra et annet sykehus.

De som var innlagt i medisinsk intensivovervåkning eller intensivavdelingen hadde signifikant høyere maksimalt kreatininkinasenivå enn de som lå i vanlig sengeavdeling ($p = 0,009$), median (25–75-prosentil), henholdsvis 62 562 IE/l (48 090–84 737 IE/l) og 30 813 IE/l (9 822–41 557 IE/l) (fig 3a). Totalt behandlingvolum med intravenøs væske var også signifikant høyere ($p = 0,001$), median (25–75-prosentil), henholdsvis 20 l (10–21 l) og 5,5 l (3–7,5 l) (fig 3b). Hos en pasient var kreatininkinasenivået ikke angitt, diagnosen ble gitt på bakgrunn av et kompartmentsyndrom som treningskomplikasjon.

Diskusjon

I løpet av en periode på 15 måneder (januar 2014–mars 2015) ble det innlagt tre ganger så mange personer med treningsutløst rabdomyolyse (25 pasienter) som i de fire foregående år (åtte pasienter). Antall innleggelser økte spesielt fra høsten 2014.

Pasientene var stort sett friske fra før, og de hadde som hovedregel trent hardere eller annerledes enn vanlig før aktuelle hendelse. Fire pasienter oppga eksentrisk trening som utløsende årsak. Manglende tilpasning til et

nytt og intensivert treningsprogram, treningsoppstart etter skade og trening til tross for dårlig dagsform ser ut til å disponere for rabdomyolyse.

Utløsende årsak

Treningsformer som høyintensitets intervalltrening, styrketrening og trening med bruk av egen kroppsvekt har økt i popularitet fra 2014, ifølge årlige trendstudier som W.R. Thompson har gjennomført de siste ti årene (8, 9). Tidsmessig sammenfaller økt antall innleggelser med treningsutløst rabdomyolyse i vårt materiale med økende popularitet av ovennevnte treningsformer. Norge er ikke inkludert i Thompsons trendstudier (8, 9), men studiene er verdensomspennende og treningstrender fra andre vestlige land vil med all sannsynlighet også gjelde i Norge.

CrossFit et godt eksempel på dagens trend, da treningsformen kombinerer intensiv kondisjonstrening og styrketrening. Styrketreningen er basert på bruk av egen kroppsvekt og andre vektbelastende elementer, eksentrisk styrketrening forekommer i varierende grad. Varemerket CrossFit Inc ble registrert i år 2000, og det finnes i dag over 11 000 CrossFit-sentre (affiliates) verden over (14, 15). I Norge ble første CrossFit-senter åpnet i 2009, og treningsformen har siden økt i popularitet også her til lands, med åpning av flere andre sentre (16).

Høyintensiv styrketrening, hvorav CrossFit var benyttet av flere av de inkluderte pasientene, har ifølge vår studie potensial til å utløse rabdomyolyse. Fra sommeren 2015 la enkelte treningssentre i Norge om treningstilbudet etter at flere medlemmer hadde utviklet rab-

domyolyse etter deltagelse i gruppetimer. Timene med CrossFit ved Spenst treningssenter i Tønsberg og noen av de tøffeste gruppetimene ved Sats Elixia ble endret for å hindre at treningen skulle føre til sykdommen (17).

Eksentrisk styrketrening (bremsebevegelse der muskelen forlenges) kan benyttes hvis man ønsker å belaste muskelen med flere repetisjoner enn man klarer med konsentrisk styrketrening (muskelen forkortes). I forskningssammenheng benyttes eksentrisk trening til å indusere muskelskade (18). Den potensielt skadeutløsende effekten av eksentrisk trening (19, 20) øker med intensiteten (21). Enkelte av pasientene i vår studie oppga at de hadde trent eksentrisk styrketrening, noe som tyder på at også slik trening har potensial til å utløse rabdomyolyse.

Mediene

De siste årene har det vært mer søkelys i mediene på treningsutløst rabdomyolyse. I august 2015 ga et usystematisk googlesøk med søkeordene rabdomyolyse og trening totalt 563 treff fordelt på 144, 215, 60, 29, 21 og 24 for årene 2015 bakover til 2010. Medieoppmerksomheten økte spesielt fra andre halvdel av 2014, og det sammenfaller med tidspunktet for et økende antall innleggelser med treningsutløst rabdomyolyse ved Stavanger universitetssjukehus. Medieinteressen kan være et resultat av en økning i antall tilfeller med treningsutløst rabdomyolyse, men økt oppmerksomhet kan også tenkes å senke terskelen for legebesøk ved muskelsmerter og kraftig støthet etter trening. Den økte forekomsten kan derfor skyldes at flere blir undersøkt og eventuelt innlagt.

Skremmende overskrifter i mediene kan imidlertid også ha en preventiv effekt – ved at hver enkelt får en tilpasset treningsintensitet. I vår undersøkelse er det ikke mulig å avgjøre om økt antall innleggelser alene skyldes økt medieoppmerksomhet eller endrede treningsformer med økt fare for rhabdomyolyse, men mest sannsynlig er det et resultat av begge forhold.

Forekomsten av treningsutløst rhabdomyolyse er sannsynligvis høyere enn hva våre tall viser. Rhabdomyolyse skal blant annet være velkjent innenfor CrossFit-miljøet, men ikke alle oppsøker lege selv med relevante symptomer (22). I enkelte journaler i vårt materiale ble det kommentert at flere på samme CrossFit-time utviklet rhabdomyolyse. Det er uvisst om alle de aktuelle ble innlagt for behandling.

Diagnostisering og komplikasjoner

I perioden 2014–15 oppsøkte minst 12 % av pasientene lege fordi de selv mistenkte tilstanden. Treningsutløst rhabdomyolyse var hyppigere innleggesdiagnose og prehospital kreatininkinaseverdi forelå oftere ved innkomst fra 2014, noe som gjenspeiler at også allmennleger har fått økt bevissthet rundt diagnosen. De som utviklet komplikasjoner, ble lagt inn med andre tentative diagnoser enn rhabdomyolyse og på et tidligere tidspunkt etter aktuell fysisk aktivitet enn de fleste andre inkluderte. Økt bevissthet rundt tilstanden er positivt for rask diagnose og iverksetting av riktig behandling.

Myoglobinuri er patognomonisk ved rhabdomyolyse, men konsentrasjonen kan være så lav at urinen ikke blir mørk (23, 24). Ved myoglobinuri er det typisk utslag på blod ved testing av urinen med urinstiks, men uten synlige erytrocytter ved urinmikroskopi. Myoglobinuri er nødvendig for utvikling av akutt nyresvikt. Proteinene er nyretoksisk og fører blant annet til sylinderdanning og obstruksjon når det reagerer med Tamm-Horsfall-protein i nyretubuli (23). Utfelingsprosessen er mest uttalt i sur urin.

Myoglobin har kort halveringstid, og konsentrasjonen faller uavhengig av nyrefunksjonen. Bruk av myoglobinuri som indikasjon for en mer aggressiv væskebehandling og indikasjon for alkalisering av urinen er i teorien en rasjonell tilnærming til behandling, men ingen klinisk dokumentasjon foreligger (23). I vårt materiale var urinen overraskende sjelden mikroskopert ved innkomst, uavhengig av tidsperiode. Diagnosen ble hovedsakelig stilt ut fra klinisk tilstand og bekreftet med forhøyet kreatininkinaseverdi.

Kreatininkinaseverdien stiger innen 12 timer etter at muskelskaden har oppstått og fortsetter å øke i 1–3 døgn, for deretter å avta med omtrent 40 % av forrige døgn verdi. En absolutt grenseverdi for diagnosen rhabdomyolyse finnes ikke, men en kreatininkinaseverdi over (fem til) ti ganger øvre referansegrense aksepteres av flere som en aktuell grense (1, 2). Trening kan medføre en ikke-patologisk stigning i kreatininkinaseverdi, og verdier over 50 ganger øvre referansegrense er dermed foreslått som grense – for ikke å overdiagnostisere tilstanden (25). 23 pasienter (70 %) inkludert i vår studie hadde en kreatininkinasestigning over 50 ganger øvre referansegrense. Høyere grenseverdi kan dog føre til at enkelte tilfeller ikke fanges opp. I vårt materiale ble seks pasienter ekskludert fordi stigningen enten var under grensenivå eller fordi pasientene hadde trent, men var innlagt til observasjon av andre årsaker enn treningsutløst rhabdomyolyse.

Verken konsentrasjonen av kreatininkinase eller myoglobinuri kan alene brukes til å forutsi faren for utvikling av komplikasjoner, noe som tyder på at også andre faktorer er av betydning (23). Utløsende årsak, alder, kjønn og eventuelle komplikasjoner ved innleggelsen, som akutt nyresvikt med elektrolyttforstyrrelser, er viktige faktorer i vurderingen av prognosen (26).

Verken konsentrasjonen av kreatininkinase eller myoglobinuri kan alene brukes til å forutsi faren for utvikling av komplikasjoner, noe som tyder på at også andre faktorer er av betydning (23). Utløsende årsak, alder, kjønn og eventuelle komplikasjoner ved innleggelsen, som akutt nyresvikt med elektrolyttforstyrrelser, er viktige faktorer i vurderingen av prognosen (26).

Behandling

Formålet med behandlingen er å forhindre utvikling av nyresvikt, elektrolyttforstyrrelser og andre komplikasjoner. Det anbefales væskebehandling med 0,9 % NaCl for å opprettholde en diurese på 200–300 ml/t (23). Behandlingsanbefalinger bygger hovedsakelig på tilfeller der andre årsaker enn trening er årsak til rhabdomyolysen. Ved treningsutløst rhabdomyolyse er det rapportert færre komplikasjoner enn der den utløsende årsak er en annen (26, 27).

Bikarbonat gis for å alkalisere urinen, noe som er potensielt gunstig for å redusere mulighetene for utfelling av myoglobin og urinsyrekrystaller i tubuli (28). Systemisk alkalisering har imidlertid potensielt alvorlige bivirkninger, for eksempel forverring av hypokalsemi, og det finnes ingen randomiserte studier som støtter bruk av alkali selv om det generelt er anbefalt som del av behandlingen (23).

I vårt materiale varierte antall liter intravenøs væske og bruk av alkali mer på grunn av avdeling og behandlende lege enn av pasientens kliniske tilstand og kreatininkinaseverdi. Det var ingen sammenheng med utvikling av komplikasjoner og væskemengde gitt i vårt materiale. Det er etter vår mening et behov for å standardisere behandlingen av treningsutløst rhabdomyolyse.

Hilde Fardal (f. 1986)

er turnuslege.

Forfatter har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

Lasse G. Gøransson (f. 1962)

er spesialist i indremedisin og i nyresykdommer, seksjonsoverlege og professor II ved Klinisk institutt 1, Universitetet i Bergen.

Forfatter har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

Litteratur

- Khan FY. Rhabdomyolysis: a review of the literature. *Neth J Med* 2009; 67: 272–83.
- Zutt R, van der Kooij AJ, Linthorst GE et al. Rhabdomyolysis: review of the literature. *Neuromuscul Disord* 2014; 24: 651–9.
- Alpers JP, Jones LK Jr. Natural history of exertional rhabdomyolysis: a population-based analysis. *Muscle Nerve* 2010; 42: 487–91.
- Clarkson PM. Exertional rhabdomyolysis and acute renal failure in marathon runners. *Sports Med* 2007; 37: 361–3.
- Sayers SP, Clarkson PM, Rouzier PA et al. Adverse events associated with eccentric exercise protocols: six case studies. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: 1697–702.
- Stella JJ, Shariff AH. Rhabdomyolysis in a recreational swimmer. *Singapore Med J* 2012; 53: e42–4.
- Thoenes M. Rhabdomyolysis: when exercising becomes a risk. *J Pediatr Health Care* 2010; 24: 189–93.
- Thompson WR. Now trending: worldwide survey of fitness trends for 2014. *American College of Sports Medicine's Health & Fitness Journal* 2013; 17: 10–20.
- Thompson WR. Worldwide survey of fitness trends for 2015. What's driving the market. *American College of Sports Medicine's Health & Fitness Journal* 2014; 18: 8–17.
- Kvam M. Døden nær etter hard treningsøkt. *Norsk Helseinformatikk* 8.9.2011. <http://nhi.no/trening/treningrad/treningrad-generelle/doden-ner-etter-hard-treningsokt-37869.html> [21.1.2015].
- Kaspersen L. Rhabdomyolyse: Trente på seg livstruende diagnose. *Dagens Næringsliv* 6.8.2014. www.dn.no/dnaktiv/2014/08/06/2118/Styrketrening/rhabdomyolyse-trente-p-seg-livstruende-diagnose [21.1.2015].
- Odinsen HL. Tre venninner lagt inn på sykehus etter styrketrening. *Verdens Gang* 13.10.2014. <http://www.vg.no/forbruker/helse-og-medisin/tre-venninner-lagt-inn-paa-sykehus-etter-styrketrening/a/23312594> [21.1.2015].
- Rustad P, Felding P, Franzson L et al. The Nordic Reference Interval Project 2000: recommended reference intervals for 25 common biochemical properties. *Scand J Clin Lab Invest* 2004; 64: 271–84.
- CrossFit. What is CrossFit? www.crossfit.com/what-is-crossfit [14.4.2016].
- Blomberg. Company overview of CrossFit Inc. www.bloomberg.com/research/stocks/private/snapshot.asp?privcapId=108717962 [14.4.2016].
- CrossFit Centrum. Om oss. www.crossfitcentrum.no/om-cfc-2/ [14.4.2016].
- Kaspersen L, Sparre MR. Treningscenter slutter med populær styrketrening etter at flere trente seg syke. *Dagens Næringsliv* 31.7.2015. www.dn.no/dnaktiv/2015/07/31/1834/Styrketrening/treningscenter-slutter-med-populr-styrketrening-etter-at-flere-trente-seg-syke [11.8.2015].
- Paulsen G, Mikkelsen UR, Raastad T et al. Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise? *Exerc Immunol Rev* 2012; 18: 42–97.
- Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81 [suppl]: S52–69.

20. Sayers SP, Clarkson PM. Exercise-induced rhabdomyolysis. *Curr Sports Med Rep* 2002; 1: 59–60.
21. Patel DR, Gyamfi R, Torres A. Exertional rhabdomyolysis and acute kidney injury. *Phys Sportsmed* 2009; 37: 71–9.
22. Lozowska D, Liewluck T, Quan D et al. Exertional rhabdomyolysis associated with high intensity exercise. *Muscle Nerve* 2015; 52: 1134–5.
23. Keltz E, Khan FY, Mann G. Exertional rhabdomyolysis. I: Doral MN, Karlsson J, red. *Sports injuries – prevention, diagnosis, treatment and rehabilitation*. Berlin: Springer-Verlag, 2015: 2211–26.
24. Szczepanik ME, Heled Y, Capacchione J et al. Exertional rhabdomyolysis: identification and evaluation of the athlete at risk for recurrence. *Curr Sports Med Rep* 2014; 13: 113–9.
25. Kenney K, Landau ME, Gonzalez RS et al. Serum creatine kinase after exercise: drawing the line between physiological response and exertional rhabdomyolysis. *Muscle Nerve* 2012; 45: 356–62.
26. McMahon GM, Zeng X, Waikar SS. A risk prediction score for kidney failure or mortality in rhabdomyolysis. *JAMA Intern Med* 2013; 173: 1821–8.
27. Sinert R, Kohl L, Rainone T et al. Exercise-induced rhabdomyolysis. *Ann Emerg Med* 1994; 23: 1301–6.
28. Chatzizisis YS, Misirli G, Hatzitolios AI et al. The syndrome of rhabdomyolysis: complications and treatment. *Eur J Intern Med* 2008; 19: 568–74.

Mottatt 19.1. 2016, første revisjon innsendt 14.5. 2016, godkjent 5.7. 2016. Redaktør: Geir W. Jacobsen.