



Naturhistoriska
riksmuseet

Projekt:

**Artbestämning och förekomst av parasiter
hos gråsälar (*Halichoerus grypus*) med tarmsår
i Sverige**

2008-08-01 till 2008-12-31

**Sonja Leidenberger och Britt-Marie Bäcklin
Enheten för Miljögiftsforskning
Naturhistoriska riksmuseet
104 05 Stockholm**



Foto: Sonja Leidenberger

2008-12-30

Summary "Identification and distribution of spiny headed worm species in Baltic grey seals (*Halichoerus grypus*) in relation to intestinal ulcers."

Since the 1970s necropsies have been carried out on grey seals (*Halichoerus grypus*) from the Baltic Sea at the Swedish Museum of Natural History. Most investigated seals die because of hunting, by-catch in fishing net and severe perforated intestinal ulcers (7%). Intestinal ulcers are mostly found in the large intestine (colon) but also seen at the end of the small intestine (ileum) and appendix (caecum). The objectives of the following study were identification and distribution of spiny headed worm species in relation to the parasite burden and intestinal ulcers.

In this study, the large intestine from 48 grey seals from different areas along the Swedish east coast was examined. All examined intestines were infected with spiny headed worms (prevalence = 100%). A total number of 49,030 worms were collected from different parts of the large intestine. The spiny headed worm species with the highest abundance was *Corynosoma semerme* (prevalence = 100%) which could be found in all investigated parts of the intestine. *C. magdalenii* (prevalence = 8.33%) was the second most frequent species and *C. strumosum* was found with only a prevalence of 4.17%. The mean intensity of spiny headed worms was 1021 ± 1183 individuals per investigated intestine. This is the highest abundance both in the Baltic Sea and in grey seal ever recorded. In the anterior and posterior parts of the colon, more spiny headed worms were observed than in the other investigated parts (middle part of the colon, posterior part of the ileum and caecum). Male seals had a higher mean intensity of worms than female seals. The infection increased with the age of the seal and was therefore highest in adults. Grey seals from the Bothnian Sea (Bottenhavet: Gävleborgs län, Västernorrlands län och Uppsala län) were higher infected than seals from the Bothnian Bay (Norrbottens län and Västerbottens län) and the Baltic Proper (Ålands hav, Stockholms skärgård, Östergötland, Småland). Moreover, in this study the most severe intestinal ulcers were noticed together with the highest mean intensity of spiny headed worm infections. The highest prevalence of intestinal ulcers, which were investigated in more detail in earlier studies, and the highest mean intensities of spiny head worm infections recorded in this study, were both more frequently found in adult seals and seals from the Bothnian Sea. The conclusion is that this study supports the hypothesis that intestinal ulcers seem to be related with *Corynosoma* infections in grey seals.

Sammanfattning

Gråsälar (*Halichoerus grypus*) från Östersjön har obducerats vid Naturhistoriska riksmuseet sedan 1970-talet. Den vanligaste dödsorsaken hos gråsälar som obducerats är jakt och drunkning i fiskeredskap och därefter perforerat tarmsår (7 %). Tarmsåren ses oftast i tjocktarmen (colon) men förekommer även i slutet av tunntarmen (ileum) och blindtarmen (caecum). Målet med studien var artbestämning och förekomst av hakmaskar i gråsälarnas tjocktarm samt en utredning om det finns ett samband mellan parasiter och tarmsår.

I den här studien undersöktes tjocktarmar från 48 gråsälarna från olika områden längs Sveriges östra kust. Alla undersökta tarmar var infekterade av hakmaskar (prevalens = 100%). Ett sammanlagt antal av 49.030 maskar plockades ut ur de olika tarmavsnitten. Den vanligaste hakmaskarten var *Corynosoma semerme* (prevalens = 100 %) som fanns i alla tarmavsnitt. *C. magdalenii* var den näst vanligaste arten (prevalens = 8,33 %) och arten *C. strumosum* hittades med en prevalens av 4,17 %.

Den genomsnittliga förekomsten (intensiteten) av hakmaskar var 1021 ± 1183 individer per tarm. Det är den största registerade abundansen i Östersjön och hos gråsälar. I den främre och bakre delen av tjocktarmen (Colon I och V-VIII) observerades fler hakmaskar än i de andra tarmavsnitten. Den statistiska analysen (deskriptiv statistik) visade att hanarna har en högre genomsnittlig förekomst av *Corynosoma* än honorna. Antalet infektioner stiger med åldern och var därmed störst hos adulta gråsälar. Hos sälar som kom från Bottenhavet hittades fler infektioner jämfört med djur från Bottenviken eller från egentliga Östersjön.

Dessutom observerades i den här studien den största frekvensen av tarmsår hos gråsälar tillsammans med den högsta förekomsten av hakmaskar. Höga frekvenser av tarmsår som återfunns i tidigare studier, och den högsta förekomsten av hakmaskar som erhållits i den här studien hittades främst hos adulta sälar och sälar som kom från Bottenhavet. Slutledningen är att den här studien stöder hypotesen att det tycks finnas ett samband mellan tarmsår och infektioner av *Corynosoma*.

Inledning

Gråsälar (*Halichoerus grypus*) från Östersjön har obducerats vid Naturhistoriska riksmuseet sedan 1970-talet. De vanligaste dödsorsakerna hos gråsälar som obducerats är jakt och drunkning i fiskeredskap och därefter perforerat tarmsår (7 %) (Bergman & Bäcklin 2000). Förekomst av tarmsår har observerats hos gråsälar under hela undersökningsperioden. I mitten av 1980-talet ökade förekomsten signifikant hos unga (1-3 år) sälar från 15 % till 55 %, men inte hos sälar äldre än 3 år. Ytterligare några år senare ökade förekomsten signifikant från 23 % till 50 % även hos äldre sälar (Bergman 1999). Den stora förekomsten av tarmsår verkar vara unik för Östersjöns gråsälpopulation. I en undersökning av 12 gråsälar i åldern 1-4 år från den Skotska östkusten observerades inga tarmsår (Bergman 1999). Orsakerna till den ökade förekomsten av tarmsår i Östersjön är inte kända. Ett enda fall av tarmsår hos gråsälar förutom de i Östersjön finns beskrivet från Yttre Hebriderna, Storbritannien (Baker 1987). Tarmsåren ses oftast i tjocktarmen (colon) men förekommer även i slutet av tunntarmen (ileum) och i blindtarmen (caecum). Förekomsten av tarmsår hos gråsälar skiljer sig lokalt i Östersjön och är större i Gävleborgs län (Bottenhavet) jämfört med i söder (egentliga Östersjön) och i norr (Bottenviken) (Karlsson et al. 2007, Bäcklin et al. 2008).

Samtidigt med tarmsåren observerades infektioner av hakmaskar (*Acanthocephala*, *Corynosoma* sp.). Dessa parasiter orsakar små slemhinnesår, vilka eventuellt kan förstoras. Ito et al. (1998) beskrev förändringar i slemhinnan efter infektioner med *Corynosoma strumosum* hos knobbsälar som kraftiga skrubbsår i mucosan med blödningar och perforationer.

Målet med studien var artbestämning av hakmaskarna, deras förekomst i gråsälarnas tjocktarm och en utredning om det finns ett samband mellan parasiter och tarmsår.

Material och metoder

Det undersökta materialet kom från svensk gråsäljakt år 2007. Sammanlagt undersöktes 48 (=N) tarmar från gråsälarna.

De undersökta tarmarna kom från 24 gråsälshonor och 24 hanar av gråsäl. Tio sälar hörde till åldersgruppen "årsunge" (=0-1 år), 11 var "juvenil/subadult" (=2-4 år) och 27 fanns i kategorin "adult" (=från 5 år och uppåt). Områdena som sälarna kom ifrån uppdelades i tre stora regioner a) Bottenviken, N= 22 (Norrbottens län och Västerbottens län); b) Bottenhavet, N=19 (Gävleborgs län, Västernorrlands län och Uppsala län); och c) Östersjön, N=7 (Ålands hav, Stockholms skärgård, Östergötland, Småland).

Späcktjockleken baserades på uppgifter från jägare (se Bäcklin et al. 2008) och delades upp i tre kategorier: mycket gott hull (= >35mm), N= 22; gott hull (= 26-35mm), N= 17; och mindre gott hull (= <26mm), N= 7. Hos två undersökta tarmar fattades uppgifter om sälarnas späcktjocklek.

För hakmaskstudien uppdelades varje tarm i olika avsnitt: från tunntarmen (ileum) undersöktes de sista 5 cm före övergång till tjocktarmen, hela blindtarm (caecum) och hela tjocktarmen (colon), varav varje 10 cm bildade ett avsnitt (Colon I, II, III osv.). Ändtarmen (rectum) blev inte undersökt därför att den ofta saknades. Vid tidigare undersökningar har det visat sig att hakmaskar sällan observerades i det här tarmavsnittet.

För uppdelningen av tarmarna användes ett centimetermått av metall. Varje avsnitt undersöktes detaljerat för tarmsår eller erosioner och tillståndsförändringar i slemhinnan. För att beskriva förändringar i hela tarmen användes samma gradering som Bergman (1999) utvecklade: grad 0 (inga sår eller endast små erosioner understigande 3 mm i diameter), N=5; grad 1 (lindrig, innebär ytliga sår med en maximal diameter av 10 mm), N=20; grad 2-3

(måttlig-kraftig, såren överstiger 10 mm i diameter och även vävnaden under själva tarmslemhinnan är påverkad), N=23.

Dessutom mättes tjockleken på tarmens muskellager i avsnitten Colon II, III och IV. För klassificering av tjockleken användes fyra kategorier: tunn tarmvägg (=1-2mm), tjock tarmvägg (=3-5mm), mycket tjock tarmvägg (=6-8mm), och extremt tjock tarmvägg (>9mm).

Samtliga hakmaskar plockades ut från varje avsnitt med en fjäderpincett. Parasiterna sparades i en burk med 75% etanol. Räkning av parasiterna gjordes i ett stereomikroskop (Zeiss) med hjälp av en blodskroppsräknare.

Artbestämningen av hakmaskarna utfördes i ett ljusmikroskop (Leitz Laborlux S) enligt Nickol et al. (2002), Arai (1989), Von Sprehn (1966) och Van Cleave (1953).

Statistiska analyser (deskriptiv statistik) och histogram gjordes med StatSoft STATISTICA® version 6.0. Box and whisker plot visas som genomsnitt (mean), standardavvikelse (\pm SD) och 95% konfidensintervall (95%-CI resp. $1,96 \cdot$ SD).

Resultat

Den genomsnittliga längden av blindtarmen hos gråsälhonorna (N=24) var $3,54 \pm 0,72$ cm. Gråsälhanarnas (N=24) blindtarmslängd var i genomsnitt $3,92 \pm 0,72$ cm. Tjocktarmlängden hos gråsälhonorna var $48,21 \pm 8,34$ cm och hanarna hade en tjocktarmlängd på $57,21 \pm 12,08$ cm.

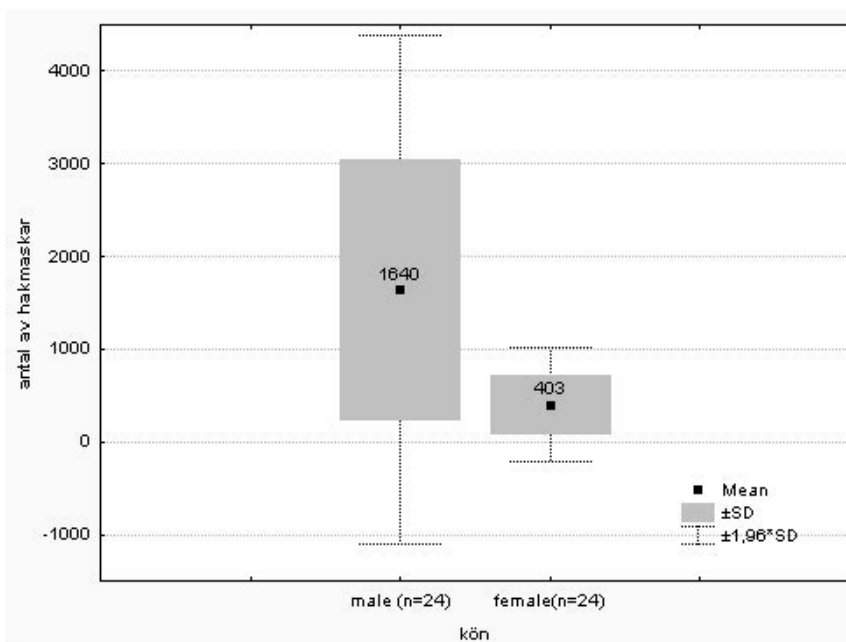
Alla tarmarna var infekterade av hakmaskar (prevalens = 100 %; vid en prevalens av 100% är abundansen likställd med intensitet/förekomst). Ett sammanlagt antal av 49.030 hakmaskar plockades ut ur tarmsavsnitten Ileum, Caecum och Colon hos 48 gråsälar. Den vanligast förekommande hakmaskarten var *Corynosoma semerme* (prevalens = 100 %) som fanns i alla tarmsavsnitt. *C. magdalenii* var den näst vanligaste arten som hittades i gråsälarnas tarm (prevalens = 8,33 %) och återfanns i Ileum, Colon I, II resp. III. De infekterade djuren kom från såväl Bottenviken som från Bottenhavet. Dessutom hittades arten *C. strumosum* (prevalens = 4,17 %). Ett infekterat djur kom från Bottenviken och ett annat från Bottenhavet. Individer av *C. strumosum* hittades i avsnitten Colon III resp. IV. En infracommunity av alla tre arter observerades bara i en hane från Bottenhavet. En infrapopulation av arter *C. semerme* och *C. magdalenii* var vanligare än med *C. semerme* och *C. strumosum*.

Den genomsnittliga förekomsten av hakmask (alla tre arter) var 1021 ± 1183 individer per djur. Den högsta förekomsten fanns hos en adult hane (23år gammal) från Bottenhavet med 5411 hakmaskar i Ileum, Caecum och Colon I-VII. Den lägsta förekomsten var fem hakmaskar i Ileum, Caecum och Colon I-VI hos en juvenil hane (2år gammal) från Bottenviken.

I de olika avsnitten hade Colon I och de sista avsnitten (Colon V-VIII) i genomsnitt fler parasiter liksom i avsnitten Ileum, Caecum och Colon II-IV (Tabell 1).

Tabell 1 Den genomsnittliga förekomsten (\pm standardavvikelse) av hakmask i varje tarmsavsnitt.

	Mean intensity	\pm SD
Ileum (n=48)	22	49,80
Caecum (n=48)	46	68,54
Colon I (n=48)	182	226,34
Colon II (n=48)	149	189,29
Colon III (n=48)	150	163,72
Colon IV (n=48)	175	190,89
Colon V (n=34)	245	269,91
Colon VI (n=17)	222	194,68
Colon VII (n=6)	307	273,66
Colon VIII (n=1)	352	-



Den genomsnittliga förekomsten hos hanar var 1640 ± 1400 individer av hakmask vilket var fler än hos honor (403 ± 318) (Figur 1). Årsungarna hade en genomsnittlig förekomst av 376 ± 359 hakmaskindivider i tarmen, medan de juvenila gråsälarna hade 420 ± 424 individer. Störst genomsnittlig förekomst per undersökt tarm hittades hos adulta gråsäl (1506 ± 1363) (Figur 2).

Fig 1 (ovan) Box and whisker plot visar förekomst, standardavvikelse och 95%-CI av hakmaskar hos hanar och honor av infekterade gråsäl.

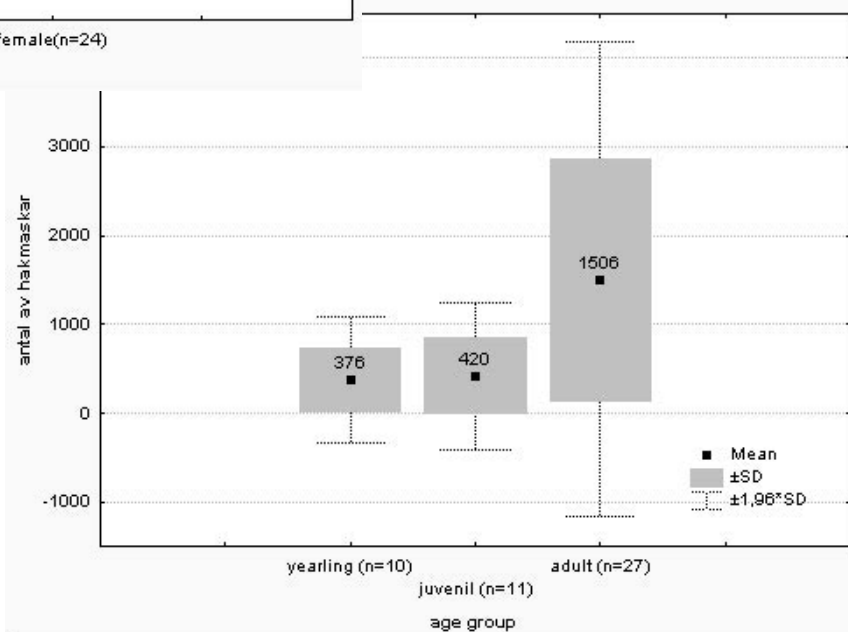


Fig 2 (höger) Box and whisker plot visar den genomsnittliga förekomsten, standardavvikelse och 95%-CI av hakmaskar hos de olika åldersgrupperna av infekterade gråsäl.

Den genomsnittliga förekomsten av hakmask varierade mellan gråsälar från olika områden. Gråsälarna som kom från Bottenhavet hade den största genomsnittliga förekomsten med 1784 ± 1478 individer. Hos gråsälar från Bottenviken och Östersjön hittades en genomsnittlig förekomst av hakmaskar från 589 ± 595 resp. 310 ± 233 individer per undersökt tarm (Figur 3).

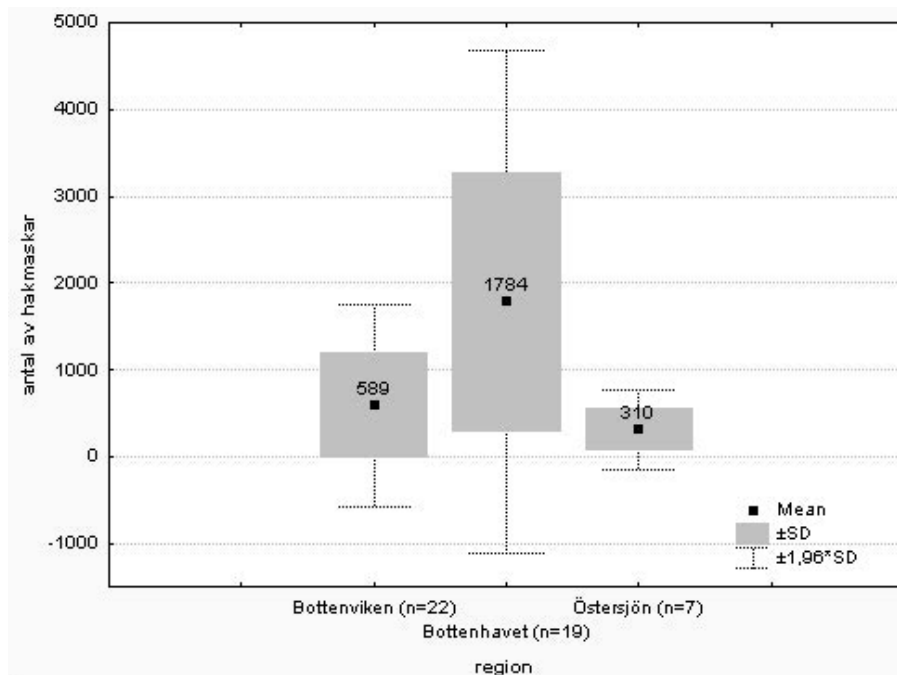


Fig 3 Box and whisker plot visar den genomsnittliga förekomsten, standardavvikelse och 95%-CI av hakmaskar från gråsälar som kom från olika områden.

Ingen stor skillnad i den genomsnittliga förekomsten av hakmsak observerades hos gråsälar i olika kondition. Undersökta gråsälar med ett mycket gott hull led av 1167 ± 1240 hakmaskar i genomsnitt per tarm. Gråsälar med ett gott eller mindre gott hull hade liknande genomsnittliga förekomster (810 ± 1059 resp. 1270 ± 1569) (Figur 4).

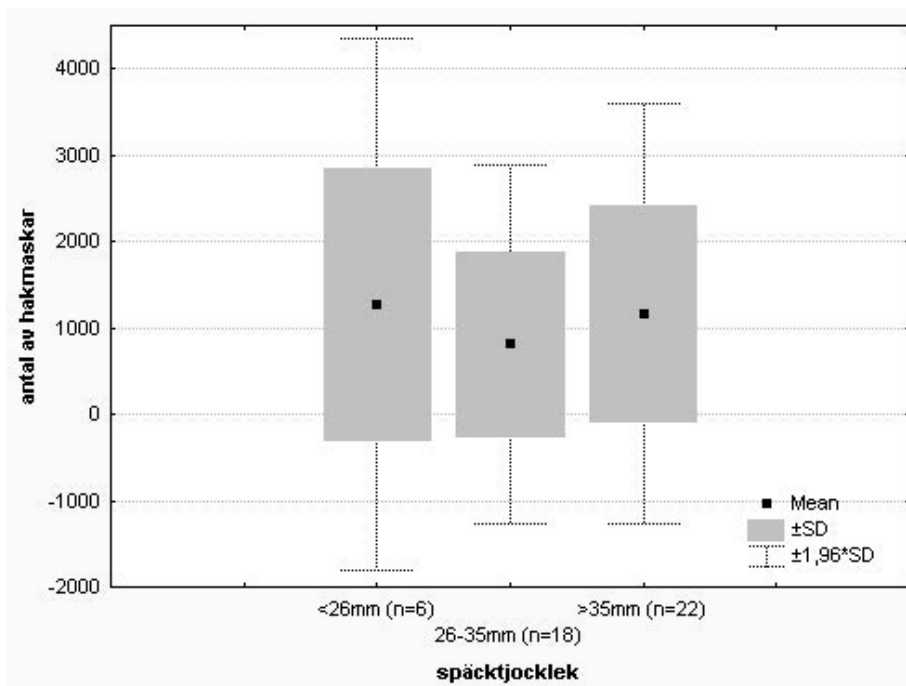


Fig 4 Box and whisker plot visar den genomsnittliga förekomsten, standardavvikelse och 95%-CI av hakmaskar från gråsälar med olika hull.

I genomsnitt observerades 126±114 individer av hakmaskar i tarmsår av grad 0. Det var mindre än i tarmar med tarmsår av grad 1 (567±455). Gråsälar med tarmsår av grad 2-3 visade en genomsnittlig förekomst av 1603±1447 individer (Figur 5).

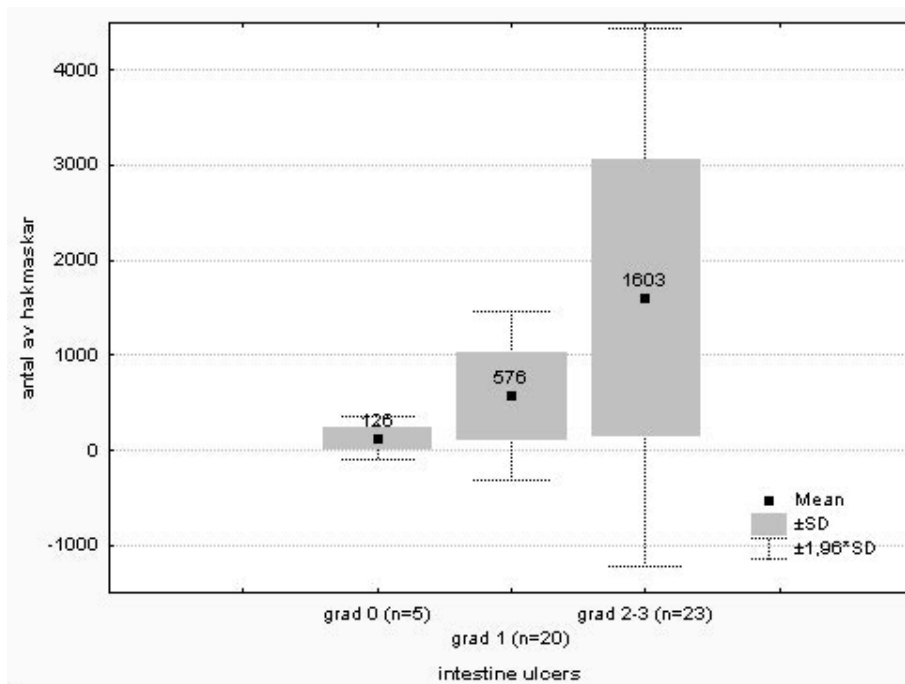


Fig 5 Box and whisker plot visar den genomsnittliga förekomsten, standardavvikelse och 95%-CI av hakmaskar hos gråsälar med olika grader av tarmsår.

En annan observerad förändring av tarmarna var förtjockning av tarmsväggens muskellager. Medan tjockare tarmväggar ofta hittades i avsnittet Colon II, hade avsnittet Colon IV tunnare tarmväggar (Figur 6).

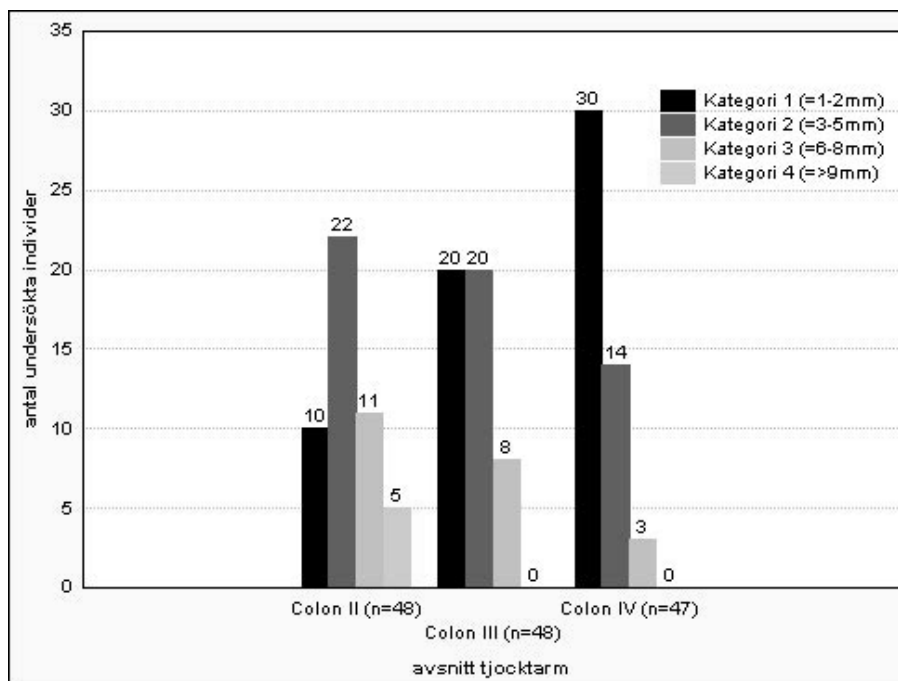


Fig 6 Visar muskellagrets förtjockning i de olika tarmavsnitten under infektioner med hakmaskar.

Diskussion

De undersökta tarmavsnitten från gråsälarna längs Sveriges östkust visade på en stark infektion av hakmaskar (prevalens = 100%). Med en genomsnittlig förekomst av 1021 ± 1183 hakmaskar per gråsäl och det största hittade antalet hos en säl av 5411 maskar handlar det om den högsta registerade infektionen i Skandinavien enligt litteraturen. Valtonen et al. (2004) registerade en genomsnittlig förekomst av *C. semerme* i vikare (*Phoca hispida botnica*) av 275 ± 473 individer och Sinisalo et al. (2003) 52 ± 78 *C. magdaleni* hos *Phoca hispida saimensis* i Saimaa sjö i Finland. Hos gråsälarna från Ålands hav var den genomsnittliga förekomsten av *C. semerme* mellan 31 och 38 individer och var så tydligt lägre (Nickol et al. 2002) än i den här studien. Förutom i Östersjön registerades en genomsnittlig förekomst av *C. strumosum* hos irländska gråsälarna av 416 individer per infekterat djur (O'Neill & Whelan 2002). Den enda större infektionen av hakmaskar än i den här studien som hittats i litteraturen fanns hos South American fur seals (*Actocephalus australis*) i Uruguay där en genomsnittlig intensitet av 2624 ± 2194 *C. australe* registerades (Aznar et al. 2004).

De tre *Corynosoma* arter som hittades i denna studie är vanliga arter i sälarnas tarmavsnitt. *C. semerme* är den vanligaste och dominerande arten i tjocktarmen (Valtonen et al. 2004, Nickol et al. 2002). Den näst vanligaste arten är *C. magdaleni* följt av *C. strumosum*. De här resultaten stämmer överens med observationer från Valtonen et al. (2004). Medan Shults & Frost (1988) hittade *C. semerme* på gräsen mellan tunntarm och blindtarm (ielum-caecum junction), registerade Nickol et al. (2002) liksom i den här studien *C. semerme* i blindtarm och tjocktarmen hos gråsälarna. Samma författare observerade dessutom infektioner bara från *C. semerme*, eller tillsammans med *C. strumosum* och/eller *C. magdaleni* som en infracommunity. Nickol et al. (2002) anger att *C. strumosum* och *C. magdaleni* förekommer hos gråsälarna huvudsakligen i tunntarmen, medan Sinisalo et al. (2003) aldrig observerade *C. magdaleni* i tjocktarmen eller blindtarmen hos *Phoca hispida saimensis*. Nickol et al. (2003) noterade bara *C. strumosum* i tunntarmen, men *C. magdaleni* i både tunn- och tjocktarmen. Upptäckten av alla tre arterna i olika colonavsnitt är eventuellt ett resultat av stort konkurrenstryck i en starkt infekterad tarm. Medan *C. magdaleni* och *C. strumosum* vanligen finns i den långa tunntarmen, och ibland tillfälligt kommer till tjocktarmen, är *C. semerme* den vanligaste arten i tjocktarmen. I tjocktarmen föredrar *C. semerme* övergången från tunn-blind- till tjocktarmen och i slutet av tarmen där de största antalen registerades i studien (Tabell 1).

Den beskrivna högre förekomst som hittades hos gråsälshannar (Fig. 1), stämmer överens med observationer från O'Neill & Whelan (2002) hos gråsälarna på Irland. Dessutom visade den statistiska analysen (deskriptiv statistik) en högre förekomst hos äldre gråsälarna (Fig. 2) som även Sinisalo et al. (2003) beskrev hos *Phoca hispida saimensis* med en högre hakmaskförekomst hos äldre sälar. De hittade den största infektionen i den äldsta sälen. Även Nickol et al. (2002) registrerade den högsta förekomsten av *C. semerme* och *C. strumosum* i äldre gråsälarna. I jämförelse med ålder och kön verkar hullet ha en mindre betydelse för förekomst av hakmaskinfektioner (Fig. 3), däremot visade sig området gråsälarna kom ifrån att ha betydelse för hakmaksintensiteten (Fig. 3). Bottenhavet hade den högsta abundansen. I litteraturen diskuteras ofta att biotiska faktorer har stort betydelse för ansamlingen av parasiter i tarmen, t. ex. sälarnas föda. Flera fiskarter och crustaceerarter kan vara mellanvärdar för *Corynosoma* (Valtonen et al. 2004, Sinisalo & Valtonen 2003). Hakmaskarna ackumuleras med tiden, varför äldre sälar är mer infekterade än yngre. Ett ägg från *C. semerme* behöver ca. 14 dagar för att bli en adult mask som kan föröka sig (Valtonen & Helle 1982). Ökningen av antalet hakmaskar i tarmen efter en måltid på infekterad fisk går alltså ganska fort.

Förutom artbestämningen av hakmaskar och deras förekomst i svenska gråsälarna var en annan målsättning frågan om ett möjligt samband mellan parasiter och observerade tarmsår. Tarmsår som patologisk förändring i samband med massiva *Corynosoma* infektioner beskrevs

i litteraturen för första gången hos gråsäl av Baker (1980). Några år senare registrerade Bergman & Olsson (1985) kroniska tarmsår hos sälar i Sverige och antog att dessa i grunden berodde på de observerade hakmaskarna. Baker (1987) beskrev ytterligare samtidiga observationer av *Corynosoma* och tarmsår hos sälar från Storbritannien. Dessutom beskrev han förekomsten av fler tarmsår hos äldre gråsäl som också hittades av Bergman (1999) hos svenska gråsäl, speciellt efter 1996.

I denna studie användes samma allvarlighetsgradering av tarmsår som Bergman (1999) utvecklade. Den statistiska analysen (deskriptiv statistik) som användes i den här studien visar att ju högre grad av tarmsår, desto högre genomsnittlig förekomst av hakmaskar (Fig. 5). Det verkar också betyda att äldre sälar som lider av fler tarmsår (Bergman 1999, Baker 1987) visar högre förekomst av *Corynosoma* (jämför Figur 2). Samtidigt med tarmsåren observerades en förtjockning av muskellagret i tarmväggarna (Bergman 1999). Den största förtjockningen hittades i den här studien i Colon II (Fig. 6). Colon I mättes inte, men liknande förtjockningen i Colon II (egna observationer). Muskellagret blir tunnare i slutet av tarmen (Fig. 6). I Colon I hittades en genomsnittlig förekomst av 182 ± 226 hakmaskar som är lite högre i jämförelse med förekomsten i de mellersta avsnitten (Colon III och IV) respektive de första avsnitten (ileum och caecum) i studien (Tabell 1). En ytterligare indikation på ett möjligt samband mellan tarmsår och förekomst av *Corynosoma* är att man i tidigare studier funnit den högsta frekvensen tarmsår hos gråsäl från Gävleborgs län (= Bottenhavet) (Bäcklin et al. 2008) och i den här studien hittades den högsta förekomsten av hakmask hos sälar från samma område (Figur 3).

Resultatet från den här studien indikerar att det finns en sammanband mellan tarmsår och förekomst av *Corynosoma*. Djur som är kraftigt infekterade med parasiter har ett svagt immunsystem, vilket påverkar i olika grad sälarnas hälsostillstånd.

Men frågan varför de svenska gråsälarna drabbas i så hög grad av en kraftig infektion av *Corynosoma* återstår att utreda. Möjliga perspektiv för en sådan studie kan vara en jämförelse med sältarmar från andra regioner i världen, långtidsstudier av parasiter från gråsälarnas tarmar, eventuella miljöförändringar eller miljögifter i de områden som uppvisar de högsta förekomsterna av parasiter för att utreda vad som nedreglerar gråsälarnas immunsystem och ökar mottagligheten för parasiter. Framtida studier skulle kunna svara på dessa spännande frågor om hakmask och andra parasitinfektioner hos svenska sälar.

Tack till

Vi tackar Dr. Anders Bergman för hjälpen med en detaljerad patologisk beskrivning av tamsår. Dessutom riktas stort tack till Charlotta Moraeus och Dr. Ylva Lind för åldersbestämning av sälmaterialet och labassistens. Dr. Sven Boström från Enheten för evertebratzoologi tackar vi för lånet av ljus- och stereomikroskop. Den här studien finansierades av Naturvårdsverket.

Referenser

- Arai, H.P. (1989). Acanthocephala. In: Margolis, L. and Kabata, Z. (ed.) Guide to the parasites of fishes of Canada. Part III. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 107: 32-39
- Aznar, F.J., Cappozzo, H.L., Taddeo, D., Montero, F.E., Raga, J.A. (2004). Recruitment, population structure, and habitat selection of *Corynosoma australe* (Acanthocephala) in South American fur seals, *Arctocephalus australis*, from Uruguay. *Can J Zool* 82:726-733
- Baker, J.R. (1980). The pathology of the grey seal (*Halichoerus grypus*). II Juveniles and adults. *Br Vet J* 136:443-447
- Baker, J.R. (1987). Causes of mortality and morbidity in wild juvenile and adult grey seals (*Halichoerus grypus*). *Br Vet J* 143:203-220
- Bergman, A. (1999). Health condition of the Baltic gray seal (*Halichoerus grypus*) during two decades: Gynaecological health improvement but increased prevalence of colonic ulcers. *APMIS* 107(3):270-282
- Bergman, A., Olsson, M. (1985). Pathology of Baltic grey seal and ringed seal females with special reference to adrenocortical hyperplasia: is environmental pollution the cause of a widely distributed disease syndrome? *Finnish Game Res* 44:47-62
- Bergman, A., Bäcklin, B.-M. (2000). Gråsälarnas hälsa – bättre men inte bra. Östersjö 2000, pp 10-14
- Bäcklin, B.-M., Moraeus, C., Eklöf, E., Lind, Y. (2008). 2007 års säljakt – Undersökningar av insamlat material. NRM-Enheten för Miljögiftsforskning.
- Ito, M., Sato, T., Shirai, W., Kikuchi, S. (1998). Parasites and related pathological lesions in the gastrointestinal tract of a seal (*Phoca vitulina* Linnaeus). *J Vet Med Sci* 60(9):1025-1028
- Karlsson, O., Härkönen, T., Bäcklin, B.-M. (2007). Säljar på uppgång. *Havet* pp 84-89

- Nickol, B.B., Helle, V., Valtonen, E.T. (2002). *Corynosoma magdaleni*, in gray seals from the gulf of Bothnia, with emended descriptions of *Corynosoma strumosum* and *Corynosoma magdaleni*. J Parasitol 88(6):1222-1229
- O'Neill, G., Whelan, J. (2002). The occurrence of *Corynosoma strumosum* in grey seal, *Halichoerus grypus*, caught off the Atlantic coast of Ireland. J Helminthol 76:231-234
- Shults, L.M., Frost, K.J. (1988). Helminth parasites of ribbon seals, *Phoca fasciata*, in the Bering Sea and their intermediate hosts. Proc Helminthol Soc Wash 55(1):68-73
- Sinisalo, T., Valtonen, E.T. (2003). *Corynosoma* acanthocephalans in their paratenic fish hosts in the northern Baltic Sea. Parasite 10:227-233
- Sinisalo, T., Kunnasranta, M., Valtonen, E.T. (2003). Intestinal helminths of a landlocked ringed seal (*Phoca hispida saimensis*) population in eastern Finland. Parasitol Res 91(1):40-45
- Sinisalo, T., Poulin, R., Högmander, H., Juuti, T., Valtonen, E.T. (2004). The impact of sexual selection on *Corynosoma magdaleni* (Acanthocephala) infrapopulations in Saimaa ringed seals (*Phoca hispida saimensis*). Parasitology 128:179-185
- Valtonen, E.T., Helle, E. (1982). Experimental infection of laboratory rats with *Corynosoma semerme* (Acanthocephala). Parasitology 85: 9-19
- Valtonen, E.T., Helle, E., Poulin, R. (2004). Stability of *Corynosoma* populations with fluctuating population densities of the seal definitive host. Parasitology 129:635-642
- Van Cleave, H.J. (1953). A preliminary analysis of the acanthocephalan genus *Corynosoma* in mammals of North America. J Parasitol 39(1):1-13
- Von Sprehn, C. (1966). Helminthen der Robben (Pinnipedia) des nördlichen Atlantik, des europäischen Nordmeeres und des nördlichen Eismeer. Angewandte Parasitol 7:172-179.