

Sköldkörtel	Jod
Hormoner	T3 och T4
Kortisol	Stress
Selen	Kvicksilver
Trötthet	Depression
Tyroxin	Liotyronin

UTMATTNING och HYPOTYREOS

Biokemi bakom aktuell diagnos

Rapport till Cancer- och Allergifonden

Kemi- och Bioteknik vid Chalmers har bättre hälsa som vision

Vad händer om en miljon svenska kvinnor kräver behandling mot hypo-T?

Länk till [aktuell fristående information](#)

Länk till [sköldkörtelförening](#)

Hypothyreos – en het diagnos

Intresset ökar nu snabbt för att hälsoproblem av flera ospecifika slag kan vara mer eller mindre kopplade till underfunktion av sköldkörtelhormoner. Problemet betecknas hypothyreos och tenderar att främst drabba kvinnor.

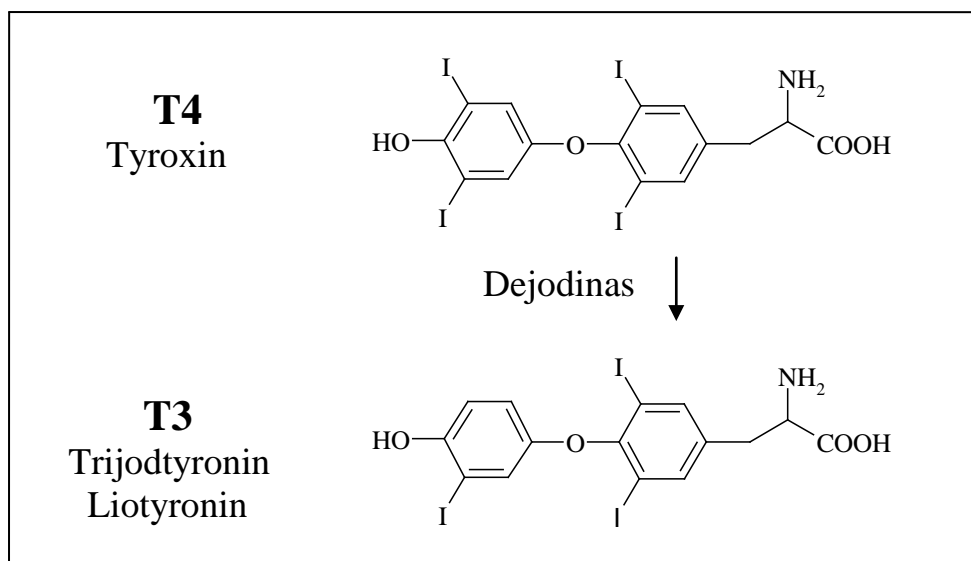
Tidigare diffusa diagnoser: Den moderna människan lever nu ofta ett liv som hon inte är anpassad till fysiskt, biokemiskt och mentalt. Det sker i en kemisk och elektromagnetisk miljö som hon heller inte är anpassad till. Resultatet kan bli ospecifika hälsoeffekter av typ utbrändhet. Medicinskt samlas ofta diffusa problem under oklara diagnoser med negativ klang som [utmattningsdepression](#), [utmattningssyndrom](#), kroniskt [trötthetssyndrom](#) och [fibromyalgi](#). Påverkan av amalgam och elkänslighet kopplar till specifika orsaker.

Ny positiv diagnos: För hypothyreos finns klara biokemiska orsakssamband och tillståndet är oftast behandlingsbart. Diagnosen blir då mer positiv och mindre ifrågasatt än ovan nämnda diagnoser som lätt kan bli nedslående på flera sätt. Klassisk hypothyreos finns sedan länge beskriven i [medicinsk information](#). Friare information enligt länkarna ovan kan vara betydligt bredare. Hypothyreos dold bakom ospecifika diagnoser och odramatiska symptom ger ett stort mörkertal. Krav på att få pröva hormontillskott kan därför bli omfattande.

Biokemisk bakgrund: Intresset för hypothyreos ökar nu snabbt. Denna rapport syftar till att belysa sköldkörtelhormonernas biokemi och biokemiska orsaker bakom hypothyreos. Rapporten granskar också tillskott som kan förebygga och motverka hälsoproblemen.

Litteratur: Sökord för vetenskapliga artiklar - thyroid, hypothyroidism, deiodinase, cortisol, thyroxine, liothyronine, selenocysteine. Länkar har lagts till några lättåtkomliga fulltexter.

Svenska pionjärer: Rapporten har kommit till via impulser från främst professor Karl Arfors och svenska IAOMT:s konferens i Skövde hösten 2009.



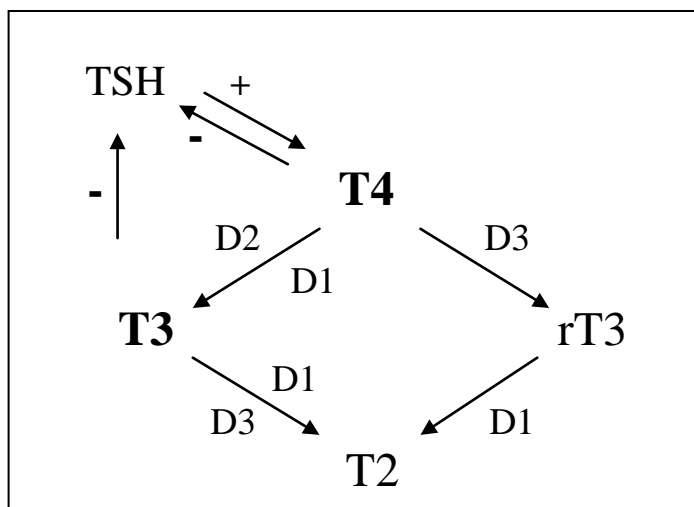
Tyroxin (T4) och trijodtyronin (T3)

De två viktiga [sköldkörtelhormonerna T4 och T3](#) betecknas så eftersom de har fyra respektive tre jodatomer. Det mest aktiva hormonet är T3 och bildas från T4 genom enzymatisk avspaltning av en jodatom.

Biosyntes: Påkopplingen av jodatomer och biosyntesen av T4 i sin helhet sker i sköldkörteln i flera enzymatiska steg med utgångspunkt från aminosyran tyrosin. Brist på jod och störningar i enzymernas funktion kan ge otillräcklig bildning. Från sköldkörteln transporteras T4 och T3 (i lägre halt) ut med blodet. Bildning av T3 sker främst ute i vissa organ och särskilt i nervceller. För avspaltning av en jodatom krävs enzymer av typ dejodinaser.

Aktivitet: I cellkärnors membraner finns receptorer för T3 som vid aktivering kan modifiera den genetiskt styrda bildningen av ett flertal enzymer. Särskilt energiomsättningen i mitokondrier påverkas. Hormonet T3 har därför avgörande betydelse för funktionen av mitokondrietäta organ som nervvävnad och hjärta. Låga nivåer av T3 kan sänka aktiviteten av enzymer som styr metabolismen. En mätbar följd av detta är en något sänkt kroppstemperatur.

Halter och mätningar: Livslängden i blodet är flera dygn för T4 men endast timmar för T3. I blodet finns T3 och T4 fria i låga halter men mest bundna till proteiner. Halterna av hormonerna påverkas också av hur snabbt de bryts ned eller utsöndras med galla och urin. Varken mätningar i blod eller i dygnsurin kan helt avspegla halterna ute i cellerna eftersom T3 främst bildas där.



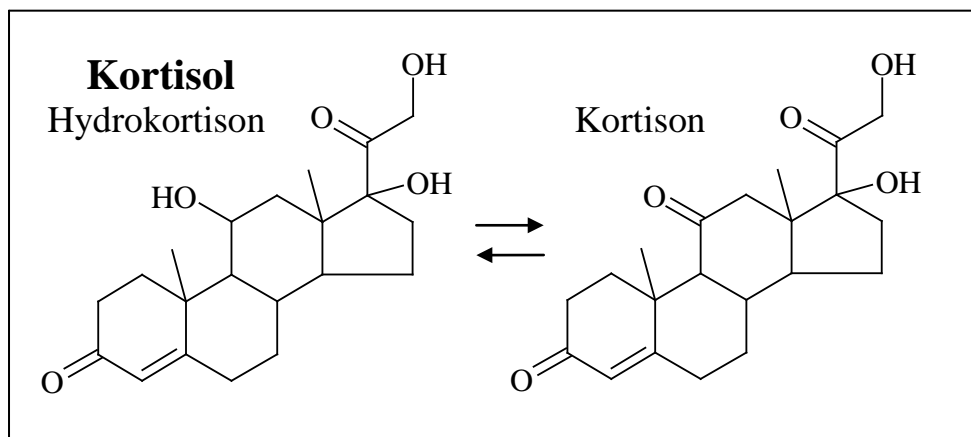
Reglering av hormonernas halter och aktivitet

Sköldkörtelns hormoner [T3 och T4 verkar i en väl reglerad balans](#), homeostas, inbördes och gentemot andra hormoner.

Reglering via TSH: Det överordnade hormonet TSH från hypofysen stimulerar och ökar sköldkörtelns bildning av T4 (tyroxin). Utsöndringen av TSH styrs i sin tur av T3 och särskilt T4 som i tillräcklig halt hämmar bildningen av TSH. Hypotyreos indikeras kliniskt av uppmätta höga [halter av TSH](#), men låga halter av T4 och T3 kan förekomma även vid normala och vid nedsatta halter av TSH. Otillräcklig bildning av TSH ger vad som ofta kallas sekundär hypotyreos.

Reglering via dejodinaser: I främst det mitokondrietäta centrala nervsystemet finns ett viktigt enzym av typ dejodinas (D2) som ökar bildningen av aktivt T3 från T4. Ett annat dejodinas (D3) skyddar mot höga halter av T3 i foster och i vissa vävnader. Från T4 bildas då en inaktiv isomer till T3 (rT3) genom att en jodatom avspjälkas från den inre aromatiska ringen. Viktigt är också att ett mer ospecifikt dejodinas (D1) överför T4 till T3 i bl a sköldkörtel och lever och även liksom D3 deaktiverar T3 till T2.

Hypotyreos och T3: Effekter av T3 i viktiga organs celler kan vara svaga utan att detta motsvaras av ett högt TSH. Låg aktivitet av det verksamma hormonet T3 är grundproblemet vid hypotyreos. Att T3 inte kan mätas just där hormonet verkar bidrar till att hypotyreos underdiagnostiseras. Då [hypotyreos hos äldre](#) bidrar till svaghet och förvirring ses detta ofta som naturligt åldrande.



Kortisol och stress

Sköldkörtelns hormoner påverkas av och samverkar med andra hormoner och speciellt med [kortisol](#) från binjurarna. Kortisol kan enzymatiskt bildas från och deaktiveras till den inaktiva nära släktingen kortison.

Hormonet kortisol: En mängd kroppsfunktioner anpassas via kortisol så att högre halter ger ökad aktivitet och vakenhet. Särskilt stress medför höjda halter av kortisol. Hormonet ställer då om kroppen till att klara påfrestningen på bästa sätt. Vid långvarig onaturlig stress kan effekterna av höga nivåer av kortisol i stället bli skadliga.

Samspel med T3: Kortisol har liksom T3 från sköldkörteln flera övergripande styreffekter på kroppens aktivitetsnivå. Höga halter av kortisol bromsar bildning och effekter av T3 och flera andra hormoner. Långvarig stress med höga halter av kortisol bereder därför vägen för hypotyreos och för åtföljande trötthet och utmattning. Kortisol kan allvarligt försvaga immunförsvaret. Detta utnyttjas när kortisol (hydrokortison) används som ett antiinflammatoriskt läkemedel.

Underfunktion av kortisol: Hypotyreos kan i sin tur medföra att bildningen av kortisol försämras med låga halter som följd. Man talar om uttröttade binjurar. Detta förstärker symptom av hypotyreos som kronisk trötthet, utmattning och depression. Halten av kortisol mäts pålitligt i saliv. Ett sätt att bryta den onda cirkeln kan vara tillskott av kortisol under en begränsad period åtföljt av extra T4 och/eller T3. Många riskerar nu i stället att få antidepressiva medel.



Jod

Jodbrist har länge varit ett stort [globalt hälsoproblem](#) för hundratals miljoner människor. Normalt upptas jod i form av negativt laddade stabila jodidjoner.

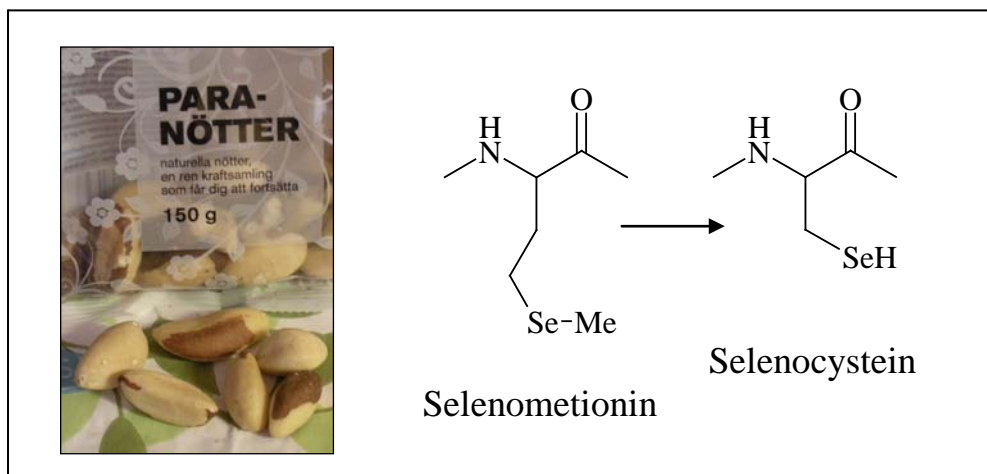
Skador av jodbrist: Den mest välkända yttringen av hypotyreos från jodbrist var länge struma. Omfattande [mentala rubbningar](#) via skador på utvecklingen av hjärnan för foster och småbarn har drabbat även Europa. Detta understryker att hypotyreos slår särskilt hårt mot nervceller.

Havens jod: Haven och havslevande organismer har högt innehåll av både jod och selen. Mycket talar för att systemet med jodhormoner liksom mitokondrier utvecklats mycket tidigt i havsmiljö. Senare utvecklade landlevande organismer har då fått bristproblem med jod och selen.

Jodid via kosten: Marina livsmedel ger höga naturliga jodintag. Fisk innehåller ca 100 mikrogram jod per 100 g. En portion kan alltså täcka ett rekommenderat dagligt intag på 150 mikrogram jod, men optimalt intag vid hypotyreos kan vara betydligt högre. Även [ägg och mejeriprodukter](#) ger både jod och selen.

Jodid tillskott: Tillsatsen av jod i bordssalt betydde tidigare mycket för att häva jodbrist. Ett lämpligt val av hushållssalt för ett ökat jodintag kan nu vara joderat Seltin med 5 mg jod per 100 g och sänkt innehåll av natrium. Rekommenderade låga intag av jod och selen mm täcks även av multitillskott av typ apotekens.

Jodid och halider: Intag av jod, brom, klor och fluor sker i form av de negativt laddade halidjonerna jodid, bromid, klorid och fluorid. Bromidintag är normalt låga i Sverige och klorid och fluorid påverkar knappast funktioner av jod.



Selen

Enzymerna av typ dejodinaser är nödvändiga för regleringen av nivåerna av T3 och T4. Dejodinaserna innehåller selenocystein och därför blir ett tillräckligt högt intag av selen ett nödvändigt skydd mot hypotyreos.

Organiskt selen: Växter tar upp selen och bygger in det i sina proteiner i form av aminosyran selenometionin. Denna tas upp av djur och människor och sätts återigen in i proteiner. Vid behov frigörs selenometionin och metaboliseras till selenocystein som byggs in i dejodinaser. Selenocystein finns även i några andra enzymer och speciellt i glutathionperoxidase som är centralt för de viktiga system av [antioxidanter](#) som skyddar mot oxidativ stress.

Selenrika livsmedel: Fisk och ägg innehåller på 100 g 20-30 mikrogram selen. En portion fisk och ett ägg ger då rekommenderat dagsbehov på 50 mikrogram selen i form av selenometionin.

Paranötter: Ett mycket högt men också mycket varierande innehåll av selen på 100-1000 mikrogram/100g finns i [paranötter](#). Ett par nötter kan täcka behovet för en dag vilket gör det lätt att klara ökat behov vid hypotyreos. Skalade nötter finns nu i handeln utan tidigare vanliga mögelttoxiner i oskalade nötter.

Oorganiskt selen: Selen i form av selenit, SeO_3^{2-} , eller selenat, SeO_4^{2-} , används i kosttillskott. Viss bildning av selenocystein kan ske även från dessa selenkällor för djur och människor och inte bara för växter. Höga tillskott av selen kan vara toxiska men är också av intresse för [cancerterapi](#).

Kvicksilver, Hg, lättlöslig metall
Kvicksilverjoner, Hg^+ , Hg^{2+} , enzymhämmande,
binds till $-\text{SH}$ och $-\text{SeH}$
Metylkvicksilver, $\text{CH}_3\text{Hg}^{(+)}$, neurotoxiskt,
hämmar dejodinas D2

Kvicksilver och amalgam

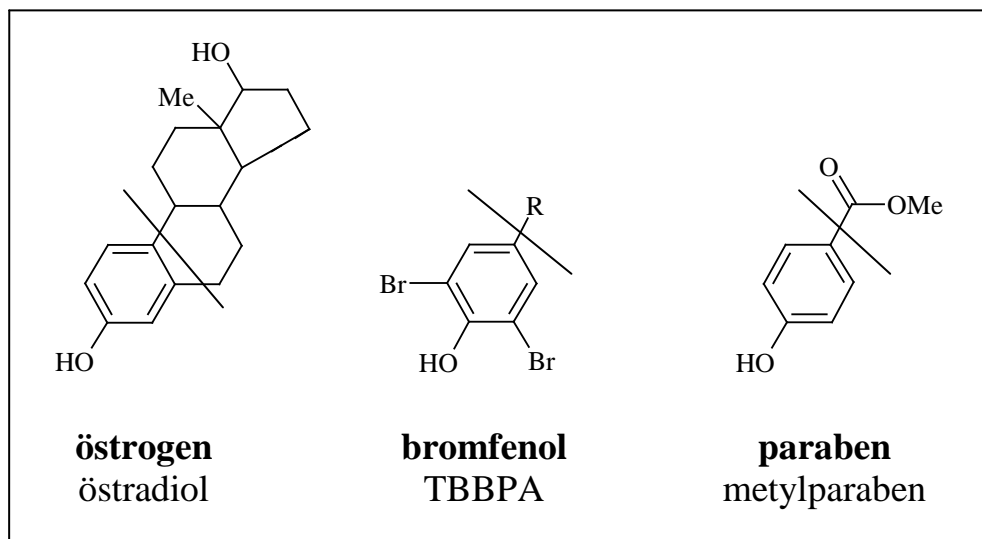
Tungmetaller är de miljögifter som mest uppenbart ger effekter via hypotyreos. Det sker främst via blockering av HS- och HSe-grupper i enzymer. Kvicksilver från amalgam är då det dominerande problemet.

Amalgam i tänder: Under 1900-talet har amalgam satts in som tandfyllningar på miljontals människor och många har amalgamet kvar ännu. En huvuddel av amalgamet är fritt metalliskt kvicksilver. Detta avges kontinuerligt i varierande halt och sprids ut i vävnader och organ inklusive hjärnan där det fastnar som kvicksilverjoner. Saneringar av amalgam med skyddsåtgärder tar bort den stora kvicksilverdepån i tänderna men kvicksilver finns länge kvar ute i kroppen.

Hypotyreos: Kvicksilverjoner hämmar enzymer som medverkar vid bildning av tyroxin, T4, och binder också upp jodid. Ökat jodintag och tillskott av tyroxin kan då möjligen motverka hypotyreos. Även bildning av T3 via selenbaserade dejodinaser kan hämmas av kvicksilverjoner. Bidragande orsak till hypotyreos är autoimmuna reaktioner som skadar sköldkörteln.

Metylkvicksilver: Det ökända miljögift som motiverat svartlistning av insjöfisk är metylokvicksilver. Detta tar sig liksom metalliskt kvicksilver från amalgam in i hjärnan. Där inhiberas dejodinas D2 och bildning av T3 i nervcellerna. Man kan därför se det som att [kvicksilver ger hypotyreos](#) i särskilt neurotoxiska varianter. Fosterskadorna från ökända katastrofer i Japan och Irak understryker risker med hypotyreos särskilt för den tidiga neurologiska utvecklingen.

Tungmetaller: Andra tungmetaller som kadmium, bly, koppar och silver kan hämma enzymer på liknande sätt som kvicksilver och då bidra till hypotyreos. Tillskott av oorganiskt selen kan delvis binda upp tungmetaller och samtidigt motverka selenbrist som förvärras av kvicksilver och andra tungmetaller.



Hormonstörande ämnen

Dominerande miljögiftshot det senaste decenniet har blivit ämnen som påverkar just hormoner. Intresset fokuserades först på östrogenimiterande ämnen men har nu vidgats till andra hormoner inklusive sköldkörteln.

Miljögifter: Ämnen som binder till ett hormons receptor har oftast strukturella likheter med hormonet. Hormonerna T3 och T4 är fenoler med en OH-grupp bunden till en aromatisk ring. Delstrukturen för det vanliga flamskyddsmedlet tetrabrombisfenol A, TBBPA, liknar nära den yttre ringen i T3 och T4. Sådana ämnen kan mer eller mindre blockera receptorer för T3 och därmed hormonets funktioner. Östrogener har strukturella likheter med T3, och östrogenimiterande ämnen kan befaras påverka även sköldkörtelhormoners funktioner.

Forskning: Studier pågår nu av [miljögifter som misstänks](#) påverka olika steg i den biokemiskt komplicerade omsättningen av T3 och T4. Bland dessa märks ökända miljögifter som PCB och PBDE men även vardagsämnen. De fenoliska konserveringsmedlen parabener finns i höga halter i schampo, hudkrämer och kosmetika. Särskilt kvinnor utsätts i princip dagligen för dessa.

Nedsatt hormoneffekt: Blockering av receptorer för T3 ger ett exempel på att hypotyreos kan uppstå utan att hormonhalterna nödvändigtvis är onormala. Flera andra typer av störningar på cell- och mitokondrienivå medför nedsatt funktion av T3 och misstänks nu ge vanligt förekommande odiagnostiserad hypotyreos.

<p style="text-align: center;">LEVAXIN - T4 LIOthyRONIN - T3 NATURLIGA PREPARAT</p>
--

Tillskott av T3 och T4

Beroende på orsakerna till hypotyreos kan T4, T3 eller en kombination av båda som i naturliga preparat fungera bäst som tillskott.

Brist på T4: Tyroxin kan betraktas som ett förstadium, prohormon, som måste finnas tillgängligt för bildning av det aktiva hormonet T3. Om problemet är att något steg i den biokemiskt mycket komplicerade bildningen av T4 inte fungerar kan tillskott hjälpa. Det mest kända preparatet i Sverige är [Levaxin](#) (Nycomed), med *Euthyrox* (Merck) som ett alternativ. Vid högt TSH och lågt T4 hjälper ofta tillskott som normalt också är ofarligt att pröva i låga doser.

Brist på T3: Den vanliga mer dolda formen av hypotyreos är brist på det aktiva hormonet T3 trots adekvat bildning av T4. Detta beror ofta på hämmad funktion av dejodinaset D2 så att T3 inte kan bildas från T4 i bl a hjärna och nervsystem. En annan orsak är resistens mot effekten av T3 via receptorer så att högre halter behövs. Då kan T3 känt som [liothyronin](#) tillföras direkt. Ett syntetiskt läkemedel betecknas [Liothyronin](#). Tillskott av T3 ger en stark och snabb effekt men också haltvariationer och risk för överfunktion, hypertyreos, med svåra symptom.

Naturlig hormonmix: Ett traditionellt alternativ är torkad sköldkörtel från gris med både T3 och T4 och vissa andra aktiva ämnen. Bra behandlingsresultat har uppnåtts och flera preparat finns. Oberoende information om hypotyreos lyfter nu ofta fram [Dr Mark Starr](#) som förespråkare för behandling.

Tillgänglighet: Säkrast är att en på hypotyreos särskilt kompetent läkare ställer en välgrundad diagnos och skriver ut lämpligt tillskott. Diagnosen kan bygga på en mångfald av [typiska symptom](#) och på mätvärden. När jodhormoner nu blir allt lättare att själv beställa via nätet tar sannolikt alltfler saken i egna händer. Detta kan leda till en skör balans mellan kompetent egenmedicinering för höjd livskvalitet och användning av särskilt T3 som en riskabel inledning för bättre utseende och mental kapacitet.