

# Undersökning av den kognitiva förmågan vid arbete i syrereducerad miljö vid Forsmarks kärnkraftverk



Åsa Stöllman, AMM Uppsala  
Thomas Höljö, Cognum AB Gävle

Arbets- och miljömedicinska  
Vårmötet Uppsala, april 2014

# **Nya krav bakom beslut om reducerad syrehalt på Forsmarks kärnkraftverk**

- Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) ställde krav på förbättrad avståndsseparation av utrymmen med kritisk utrustning som kräver hög säkerhet - Brand som uppstår ska förhindras att spridas
- Tillämpningen är ny inom kärnkraften
- Arbetsmiljön påverkas: AMV ställer krav på läkarundersökningar, vistelsetider, portabala syrgasmätare, dispens ansiktsmask
- Kognitiv påverkan?

# Hypoxi är syrebrist

- Reducerad andel syre i den omgivande luften
- Brist på syre i kroppens vävnader

Kan uppkomma i kroppen vid:

- \* Hög höjd
- \* Låg andel syre vid normalt atmosfäriskt tryck
  - \* Sjukdom

# **Syrebrist påverkar kognitiv funktion**

Exponeringsrisker:

- Syrenedsättningsgrad
- Tid i syrefattig miljö
- Förflyttningstid från normal till reducerad syregrad
- Långvarig intermittent exponering

# Syregrad motsvarande Altitud

	Syregrad	Höjd m ö h
	20.9 %	0 m
	18,5 %	1000 m
	16,4 %	2000 m
Forsmark	15,0 %	2700 m
	14,5 %	3000 m
Konfusion	<9,7 %	>6000 m
Tryckkabin trafikflyg		
	17,4-15,4 %	1500-2500 m

# Kompensatoriska mekanismer sker

- Aktivare sympatiskt nervsystem
- Förhöjd andnings- och hjärtfrekvens
- Fler röda blodkroppar
- Blodkärl vidgas
- Förbättrat syreupptag
- Ökat blodflöde i hjärnan

# Individuella riskfaktorer

- Sjukdomar (ex vaskulära, lungsjukdomar, sömnapné)
- Hälsotillstånd (ex luftvägsinfektioner)
- Fysisk ansträngning
- Genetisk sårbarhet
- Andra faktorer (t ex rökning)

# Blodets syresättning

- Försämras mer efter 15,4 % syregrad (2500 m)
- Vid 13 % syregrad förändras blodflödets distribution i hjärnan

Referenser: Bartscher et al. 2012. Short-term exposure to hypoxia for work and leisure activities in health and disease: which level of hypoxia is safe?

Savourey et al. 2003. Normo- and hypobaric hypoxia: are there any physiological differences?



# Akut höjdssjuka (AMS)

- Huvudvärk och minst ett av följande: Illamående, Orkeslöshet, Yrsel, Trötthet, Insomni
- Kan uppkomma inom några timmar men vanligtvis inom 48 timmar
- AMS prevalens vid:
  - 2200 m (16,0% syregrad): 7%
  - 3500 m (13,6% syregrad): 38%

## Referenser

Maa EH. (2010) Hypobaric hypoxic cerebral insults: The neurological consequences of going higher.  
Wilson MH, Newman S, Imray CH. (2009) The cerebral effects of ascent to high altitudes.

# **Aktuell studie:**

## **Undersökning av den kognitiva funktionen**

Frågeställning:

om arbete i syrereducerad luft, med 15 % syrenivå och vid normalt atmosfärstryck, påverkar de kognitiva funktionerna hos personalen.

En experimentell pilotstudie:

60 slumpvis utvalda testpersoner ur personalen (ca 370)

## Metod - Studiedesign

- Mellangrupsdesign
- Studien var upplagd som ett experiment där hälften av testpersonerna testades i ett rum som hade normal syrenivå (kontrollgrupp) och där andra hälften befann sig i 15 % syrenivå (experimentgrupp).
- Testpersonerna testades under två timmar.
- Experimentet var dubbelblint.

# Studiemiljö

- Studien har genomförts i befintlig arbetsmiljö intill reaktorbyggnad 2 på Forsmarks kärnkraftverk.
- Relärum syrereducerade till 15% (2700 möh).
- Miljön var normobar.
- Luftfuktigheten var högre än normalt men hölls konstant.
- Bullernivån var konstant och uppmättes till i snitt 66 dB.
- Vid testtillfällena bar testledarna syremätare, som var övertäckta, men som skulle larma om syrenivån sjönk under kritisk nivå.
- Testledarna gjorde max tre testningar/dag

# Relärum Forsmark



# Kabelkällare Forsmark



# Urval av test

<i>Domän</i>	<i>Test</i>
Långtidsminne	Ordpar II Visuell reproduktion II
Inlärnin	Ordpar I Visuell reproduktion I Ordets tryckta färg (förbättring)
Arbetsminne	Sifferrepetition (framlänges/baklänges) Blockrepetition (framlänges/baklänges)
Uppmärksamhet	CPT-X Ordets tryckta färg
Perceptuell snabbhet	Kodning
Exekutiv förmåga	Trail Making Test
Reaktionstid	Visuell reaktionstid Auditiv reaktionstid Höger-Vänster Samma färg Färgade rutor
Kreativitet	Verbalt flöde Mönsterflöde
Impulsivitet	CPT-X (antal fel)
Motorik	Fingertryckning

# Statistisk metod

För att testa om skillnader i fördelningar hos utfallsvariablerna fanns mellan grupperna användes ett multivariat rangsummetest. Istället för att jämföra medelvärden mellan grupperna, som kan vara påverkade av de sneda fördelningarna hos utfallsvariablerna, användes observationernas inbördes ordning.



# Resultat

1. Deskriptiv statistik för experiment- och kontrollgrupp
2. Global analys av samtliga kognitiva test
3. Analys av enskilda kognitiva domäner
4. Deskriptiv statistik för de kognitiva deltesten
5. Symtom på akut höjdsjuka (AMS)
6. Upplevd nedsättning av syregrad
7. Emotionella tillstånd före och efter den kognitiva testningen

# 1. Deskriptiv statistik för experiment- och kontrollgrupp

	<i>15% syrenivå</i> <i>N=31</i> <i>a b c</i>			<i>Normal</i> <i>N=29</i> <i>a b c</i>		
Ålder	34.4	48.6	52.5	32.7	45.2	54.6
Grundskola	3% (1)			3% (1)		
Gymnasium	74% (23)			79% (23)		
Universitet/Högskola	23% (7)			17% (5)		

## **2. Global analys av samtliga kognitiva test**

I den globala analysen bekräftades nollhypotesen då ingen skillnad på något utfall fanns mellan grupperna.

P-värde för den sammantagna analysen var 0.986, med 99% konfidensintervall: 0.985 – 0.987.

### **3. Analys av enskilda kognitiva domäner**

Det framkom inga signifikanta skillnader mellan grupperna för någon av de kognitiva domänerna.

## 4. Deskriptiv statistik för de kognitiva deltesten

	<i>N</i>	<i>15% syrenivå</i> <i>N=31</i> <i>a b c</i>	<i>Normal syrenivå</i> <i>N=29</i> <i>a b c</i>
Ordpar I	60	13 20 25	13 19 21
Visuell reproduktion I	60	88 93 100	91 98 101
Ordets tryckta färg md reaktionstid förbättring	55	-218 -86 -2	-148 -111 -3
Ordets tryckta färg sd reaktionstid förbättring	55	-164 -22 56	-106 -66 16
Ordpar II	60	<u>5</u> 8 8	<u>5</u> 7 8
Ordpar II retention	58	86 100 100	75 100 100
Visuell reproduktion II	60	73 88 99	70 89 98
Visuell reproduktion II retention	60	0.84 0.96 0.99	0.79 0.97 0.99
Sifferrepetition fram	60	8 9 10.5	7 9 11
Sifferrepetitionbak	60	5.5 7.0 9.0	5.0 6.0 10.0
Blockrepetitionfram	60	8 9 10	8 9 10
Blockrepetitionbak	59	7 9 10	8 9 10
Mönsterflöde	60	26 31 38	26 29 37
Verbalt flöde	60	37 41 46	32 38 43
Kodning	60	59 68 72	57 64 73
Trail Making Test	60	58 72 89	58 65 88
Visuell reaktionstid	60	213 227 252	216 238 263
Autitiv reaktionstid	60	178 189 213	170 195 215
Vänster - Höger	60	268 293 306	266 285 303
Samma färg	60	467 500 548	480 518 536
Färgade rutor	60	829 958 1042	807 887 962
CPT-X md	60	270 294 330	270 296 328
CPT-X sd	60	60 70 86	65 73 85
CPT-X fel	60	2.0 4.0 5.5	2.0 4.0 5.0
Ordets tryckta färg md	60	1024 1213 1420	1105 1188 1404
Ordets tryckta färgsd	60	264 389 548	271 324 381
Ordets tryckta färg fel	60	<u>0</u> <u>1</u> 2	<u>0</u> <u>1</u> 2
Fingertryckning dominant	60	66 69 74	65 70 77
Fingertryckning icke-dominant	60	64 65 70	58 62 73

a b c motsvarar lägre kvartilen a, medianen b, och övre kvartilen c för variablerna. N är antal utan bortfall.

## **5. Symtom på akut höjdsjuka (AMS)**

Resultatet visade inte på några skillnader mellan experiment- och kontrollgrupp. Inga personer hade symtom på hypoxi vid den initiala mätningen.

Efter genomförd testning hade en testperson i experimentgruppen (3,2%) 3 poäng, vilket motsvarar nedre gränsen för mild höjdsjuka (huvudvärk plus ytterligare 2 symtom). Samtidigt var det 2 individer i kontrollgruppen (6,9%) som också hade 3 poäng.

## **6. Upplevd nedsättning av syregrad**

Av 24 tillfrågade i den syresänkta gruppen var det 7 som upplevde att det varit sänkt syregrad. I kontrollgruppen var det 7 av 26 som svarade att det varit syresänkt i lokalen.

## **7. Känslotillstånd före och efter den kognitiva testningen**

- Den statistiska analysen visade att det inte fanns någon signifikant skillnad mellan grupperna
- Analys av hela gruppen visade att testpersonerna kände sig mer aktiva, energiska, skärpta och pressade efter testningen. Medan de var mindre slappa, passiva och lugna. Det fanns en även viss trend mot att vara mindre avslappnade och avspända.



## Slutsats

Resultaten visade att det inte fanns någon skillnad i kognitiv funktion mellan personerna i 15% syresänkt miljö jämfört med personerna i normal syregrad.

Slutsatsen gäller under 2 timmars strukturerat tankemässigt arbete utan fysisk ansträngning där personerna kände sig avspända, lugna och skärpta.

