



Bioteknologiopgave 2025

Blod-hjerne-barrieren

Der er mange udfordringer, når forskere i hele verden arbejder på at opfinde ny medicin til at kurere sygdomme i hjernen. En af de store udfordringer er, at det er vanskeligt at få medicinen ind i hjernen. Det skyldes bl.a. en af hjernens beskyttelsesmekanismer kaldet blod-hjerne-barrieren (BBB). BBB adskiller hjernen og cerebrospinalvæsken fra resten af kroppen og beskytter hjernen imod f.eks. skadelige stoffer i blodet. BBB er en slags tæt membran, der kun er gennemtrængelig for nogle molekyler. BBB er dog også en aktiv barriere, som selektivt transporterer specifikke stoffer (f.eks. proteiner) til og fra hjernen og dermed opretholder et særligt og beskyttet miljø i hjernen. Dermed er BBB en del af udfordringen for nye lægemidler til sygdomme i hjernen, for de skal designes til både at krydse BBB og helbrede sygdommen. For at løse dette kan man for eksempel øge dosis af lægemidlet, men det kan have u hensigtsmæssige (bi-)virkninger for resten af kroppen. Der må ofte tages andre metoder i brug.

BBB og levering af lægemidler til hjernen er omdrejningspunkterne for denne opgave. Vi har bygget opgaven op sådan, at svarene fra de første spørgsmål danner grundlaget for besvarelsen af de efterfølgende. Derfor vil vi opfordre jer til at læse opgaven helt igennem, inden I kaster jer ud i besvarelsen.

Hjernelidelsen

Hjernesygdomme kan opdeles i to hovedkategorier – psykiske lidelser som inkluderer f.eks. skizofreni, depression, og autisme, samt neurologiske lidelser herunder demenssygdomme (fx Alzheimers, Parkinsons, Huntingtons Chorea og prion-sygdomme).

1. Vælg en hjernesygdom og beskriv kort sygdommen samt de udækkede behov ved den nuværende behandling.

Blod-hjerne-barrierens biologi

2. Beskriv BBBs opbygning og funktion, samt de muligheder der er for at påvirke optagelsen af lægemidler over BBB.

Transport af lægemidler over blod-hjerne-barrieren

Forestil jer, at I skal udvikle en ny behandling for jeres valgte sygdom, og I ønsker at øge hjernens optagelse af lægemidlet. Det kan enten være et helt nyt lægemiddel, eller en måde at få eksisterende lægemidler bedre over BBB (f.eks. ved at øge koncentrationen, ændre strukturen (prodrug), bruge transportmolekyler eller midlertidigt åbne BBB).

3. Beskriv den behandlingsmetode I vil bruge til at behandle jeres sygdom, og forklar hvilke udfordringer der er med at få en god optagelse af jeres lægemiddel i hjernen.



Undersøgelser af blod-hjerne-barrieren

Der er flere måder at undersøge BBB på. Man kan for eksempel undersøge den i mennesker ved hjælp af medicinske billeddannelsesmetoder (PET, CT, MRI)¹, undersøge den i dyr (*in vivo* (latin: i liv) fx i rotter og mus) eller man kan lave forsøg med cellekulturer *in vitro* (latin: i glas), hvor man prøver at lave en kunstig BBB.

4. Diskutér hvilke eksperimenter I vil bruge til at bestemme, hvor godt jeres nye lægemiddel krydser BBB og når det ønskede sted for at behandle jeres valgte sygdom.

Fremtidens lægemidler

5. Slip fantasien løs og giv et begrundet forslag til, hvordan I ved hjælp af fremtidige innovationer (f.eks. inden for transportmolekyler, nanoteknologi, genterapi eller personlig medicin) kunne øge optagelsen af jeres lægemiddel i hjernen. Der findes ikke et rigtigt svar, men prøv at tænke som en forsker ville gøre det.

Generel opgavevejledning

Overordnet set er opgaven opbygget efter følgende model:

Spørgsmål 1-2 handler om at beskrive den valgte sygdom og nogle af de mere grundlæggende principper og teknikker. Her handler det primært om at vise, at man er i stand til at udvælge hovedtrækkene og give en så kort og præcis beskrivelse som muligt.

I spørgsmål 3 og 4 fokuseres der på et underlæggende tema og noget af den bagvedliggende forskning. Dette skal danne forståelsesrammen for besvarelsen af det sidste spørgsmål.

Spørgsmål 5 vil teste jeres evner til at tænke som en forsker. Det er bestemt en meget svær og abstrakt opgave. Her findes der ikke noget helt korrekt svar, der er intet facit. Her handler det i stedet om at bruge det, I har lært om lægemidler, nervesystemet og specielt det, I har lært i de tidligere spørgsmål. Brug jeres viden til at finde på en ny idé og find ud af, hvilke ting der tæller for og imod jeres idé. I vil i opgaven her blive vurderet for jeres evne til at opstille en videnskabelig hypotese og argumentere for den.

Til eleverne

Som forsker må man leve med, at der ikke findes endegyldige og korrekte svar. Man må opsøge viden, som andre har skabt eller ved at lave sine egne forsøg. Og så må man med åbent sind holde den viden op imod sin egen videnskabelige hypotese, som derved be- eller afkræftes – eller som oftest kræver yderligere viden for at kunne drage en konklusion. Det kan være en lang og frustrerende proces selv for garvede forskere. Derfor forventer vi selvfølgelig ikke endegyldige løsninger fra jer, men gode forslag hvor der er tænkt over usikkerheder og begrænsninger.

¹ www.videnscenterfordemens.dk/forskning/nvds-forskning/billeddannelse-af-hjernen/



Vi har forsøgt at hjælpe ved at give nogle links nedenfor og på vores hjemmeside [Drughunters](#). Men det er ikke en udtømmende liste, så I kan sikkert sagtens finde mere og anden information selv. At kunne opsøge information og have en kritisk tilgang til sine kilder er en meget vigtig kompetence som forsker.

Til finaledagen vil bedømmelseskriterierne være 1/3 formidling og 2/3 faglighed. Det betyder, at det ikke gælder om at have så meget tekst som muligt, men at der skal være et naturligt flow i fortællingen, så læseren/tilhøreren kan forstå jeres vigtigste pointer. Omvendt er det selvfølgelig heller ikke nok at have en superflot poster, hvis man ikke har svaret på spørgsmålene. Husk at til den mundtlige præsentation behøver I ikke at gennemgå posteren slavisk. Her skal I fokusere på at fremhæve de pointer, som er særligt vigtige for jeres besvarelse. Dommerne har læst posteren på forhånd, men gemmer den endelige bedømmelse til de har set jeres præsentation, hvor de både vil inddrage jeres evne til at fortælle en sammenhængende historie og jeres besvarelse af opfølgende faglige spørgsmål.

Den skriftlige vurdering er selvfølgelig kun lavet på baggrund af posteren og skal ses som en kort tilbagemelding, ikke en dybtgående analyse af jeres poster.

Rent praktisk skal posteren indsendes som pdf i størrelsen 142x83 cm landskabsformat. Se kalenderen nedenfor.

Til lærerne

Brug gerne tid i klassen på at snakke om, hvordan hvert enkelt spørgsmål skal forstås, inden I kaster jer over besvarelsen. Der kan hentes inspiration til, hvordan man kan arbejde med opgaverne på vores hjemmeside [Drughunters](#).

Generelle links

Der er meget god information at finde ved at søge på sundhed.dk og netdoktor.dk

sundhed.dk - [Få klare svar om din sundhed](#)

<https://netdoktor.dk/hjerne-og-nerve/epilepsi/sygdomme/nervesystemets-opbygning-og-funktioner/>

https://pharmaschool.ku.dk/publikationer/det_medicinerede_menneske/

Generelt om hjernesygdomme

- Hjerne og nervesystem: <https://netdoktor.dk/tema/hjerne.htm>
- Psykiatrifonden: <http://www.psykiatrifonden.dk/viden/diagnoser.aspx>
- Neuroscience for kids: <http://faculty.washington.edu/chudler/neurok.html>
- Brain Facts: www.brainfacts.org

Blod-hjerne-barriere links

<https://da.wikipedia.org/wiki/Blod-hjerne-barriere>



https://aktuelnaturvidenskab.dk/fileadmin/Aktuel_Naturvidenskab/nr-1/an1hjerne.pdf
<https://www.youtube.com/watch?v=e9sN9gOEdG4>
<https://www.medicin.wiki/blodhjernebarrieren/>

Noget sværere tilgængeligt artikler på engelsk:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4292164/>
<https://www.nature.com/articles/s41392-023-01481-w>

Sygdomsspecifikke links

- [Det medicinerede menneske:](https://pharmaschool.ku.dk/publikationer/det_medicinerede_menneske/)
https://pharmaschool.ku.dk/publikationer/det_medicinerede_menneske/
- [Hjerne og nerve:](https://www.apoteket.dk/sygdom/hjerne-og-nerve) <https://www.apoteket.dk/sygdom/hjerne-og-nerve>
- [Hjerneforum:](http://www.hjerneforum.dk/sygdomme/) <http://www.hjerneforum.dk/sygdomme/>
- [Depression:](http://www.netdoktor.dk/sygdomme/fakta/depression.htm) <http://www.netdoktor.dk/sygdomme/fakta/depression.htm>
- [Skizofreni:](http://www.netpsych.dk/articles.aspx?id=109) <http://www.netpsych.dk/articles.aspx?id=109>
- [Angst:](#) [Angstforeningen - Hjem](#)
- [Demens:](http://www.videnscenterfordemens.dk/) <http://www.videnscenterfordemens.dk/>
- [Alzheimers sygdom:](https://www.alz.org/research) <https://www.alz.org/research>
- [Parkinsons sygdom:](http://www.parkinson.dk/) <http://www.parkinson.dk/>
- [Huntingtons sygdom:](http://huntingtons.dk/) <http://huntingtons.dk/>
- [Prionsygdomme:](https://www.sundhed.dk/sundhedsfaglig/laegehaandbogen/infektioner/tilstande-og-sygdomme/prionsygdomme/)
<https://www.sundhed.dk/sundhedsfaglig/laegehaandbogen/infektioner/tilstande-og-sygdomme/prionsygdomme/>

Kalender for Drughunters 2025

2024			2025			
Oktober	November	December	Januar	Februar	Marts	April
	21. okt		31. jan			
						Tilmelding til Drughunters
	21. okt	20. dec				
						Tilmelding til forskerbesøg (max. 20)
			Forskerbesøg efter aftale	15. jan	31. mar	
	21. okt				31. mar	
						Opgavebesvarelse
					FINALE DAG	25. apr



Med venlig hilsen
Drughunters 2025