

# Lærervejledning: Biomarkører

## Beskrivelse af undervisningsmateriale

Dette undervisningsmateriale omhandler biomarkører og sygdomslære. Materialet indeholder en teoretisk del, videoer samt elevopgaver. Opgaverne er af forskellig karakter og inddrager bl.a. bioinformatiske værktøjer samt bioetiske diskussioner. Undervisningsmaterialet sætter den grundlæggende teori i perspektiv af konkrete sygdomscases for at lette forståelsen og gøre det mere spændende og håndgribeligt for eleverne. Sygdomscasene inkluderer diabetes, kræft, Alzheimers sygdom og kronisk træthedssyndrom.

Læringskomponenter	
<b>Teori</b> – Grundteori	X
<b>Teori</b> – Cases	X
<b>Opgaver</b> – Multiple choice	X
<b>Opgaver</b> – Problemløsning	X
<b>Opgaver</b> – Kahoot	X
<b>Video</b> – Dokumentarfilm	X

## Anvendelse

### Teori

Undervisningsmaterialet indeholder en række teoretiske sektioner, hvor eleverne kan lære om biomarkører i forbindelse med en række forskellige sygdomme. Der er i alt fire sektioner, og det tager i gennemsnit omkring 20 minutter at læse hver sektion. Det anbefales, at man som udgangspunkt arbejder med den første sektion "**Hvad er en biomarkør?**". Her er der en overordnet introduktion til emnet og de vigtigste principper, som bliver brugt igen i de efterfølgende sektioner. Afhængigt af det givne fokus i undervisningen kan læreren vælge at inddrage én eller flere af de andre sektioner "**Hvordan måler man en biomarkør?**", "**Hvordan finder man en ny biomarkør?**" og "**Hvad gør man, hvis der ikke findes en biomarkør?**". Her er det i princippet muligt at blande sektionerne efter interesse. Der hører én eller flere sygdomscases med til hvert teoriafsnit. Disse cases er ikke nødvendige at læse for at forstå teorien. Det anbefales dog at læse dem, hvis man vil løse opgaverne, som hører til hvert teoriafsnit, da de omhandler sygdomscasene.

### Videoer

Der er udarbejdet tre videoer til undervisningsforløbet: Introduktion, De sjældne genetiske sygdomme og De ukendte sygdomme. I videoerne forklarer læger og forskere om biomarkører, forskning, behandling og diagnostik i forbindelse med forskellige sygdomme. Der er også konkrete historier fra den virkelige verden, hvor patienter fortæller om deres liv og sygdom. Videoerne kan med fordel ses i undervisningen som supplement til teorien. Ved at høre fra folk der arbejder med biomarkører og lever med forskellige sygdomme, kan eleverne få et bredere perspektiv på, hvad biomarkører kan bruges til, hvorfor de er så vigtige, og hvilke udfordringer der er i forbindelse med at bruge og finde biomarkører.

### Opgaver

Der er udarbejdet et opgaveark til hvert teoriafsnit, som både indeholder teoretiske spørgsmål og problemløsning. I arbejdsopgaverne er det muligt for eleverne at beskrive, analysere og diskutere principperne inden for den tilhørende teori i kontekst af en eller to udvalgte sygdomme. Teorien bør læses eller gennemgås inden opgaverne påbegyndes. Desuden bør man læse sygdomscasene til hvert teoriafsnit, hvis man vil lave det tilhørende opgaveark.

For at løse opgaverne til "Hvad gør man, hvis der ikke findes en biomarkør?" anbefales det, at man ser videoen "De sjældne sygdomme" med patienten Madelleine, som lider af kronisk træthedssyndrom.

Der er udarbejdet løsningsforslag til alle opgavearkene, som kan udleveres til og/eller gennemgås med eleverne.

### **Ekstra materiale**

Til hvert teori afsnit er der lavet en kort Kahoot med spørgsmål til teorien. Den kan bruges som supplement til undervisningen. Spørgsmålene i Kahoot er de samme som multiple choice opgaverne nederst under hvert teori afsnit.

## **Niveau**

Bioteknologi A (2.g-3.g)

### **Dækket kerne stof** - jf. [Læreplan "Bioteknologi A – stx 2017"](#)

Makromolekyler: Opbygning, egenskaber og biologisk funktion af nukleinsyrer og proteiner.

Genetik og molekylærbiologi: Proteinsyntese, mutation og anvendt bioinformatik

Eksperimentelle metoder: PCR, elektroforese, DNA-sekventering, ELISA og chromatografi.

### **Dækket supplerende stof** - jf. [Læreplan "Bioteknologi A – stx 2017"](#)

Sundhed, sygdom og medicin

Ny forskning og nye bioteknologiske metoder

Bioetik

## **Overordnet indholdsbeskrivelse af de enkelte dele:**

### **Hvad er en biomarkør?**

Dette afsnit giver en kort introduktion til begrebet biomarkører med eksempler på de fire forskellige typer biomarkører: Molekylære, radiografiske, histologiske og fysiologiske biomarkører. Afsnittet introducerer også, hvilke forskellige formål, som biomarkører kan bruges til i forbindelse med sygdomme og lægemiddeludvikling. Afsnittets formål er, at eleverne får en forståelse for, hvad en biomarkør er, og hvor bredt anvendelige de er. Forhåbningen er, at eleverne kan nikke genkendende til flere af biomarkørerne, selvom de ikke nødvendigvis har tænkt på dem som biomarkører før.

Til afsnittet hører to cases om Hæmoglobin A1c som biomarkør for diabetes, og *BRCA*-generne som biomarkører for brystkræft og kræft i æggestokkene.

Opgavearket til teori afsnittet kræver, at eleverne bruger deres viden om biomarkør-typer og -formål til at diagnosticere og behandle patienter med diabetes og kræft.

Til afsnittet hører også videoen "Introduktion". Den giver en introduktion til biomarkører som begreb og screeningsprogrammet af nyfødte, hvor man måler biomarkører for at opdage og behandle sjældne genetiske sygdomme.

## Hvordan måler man en biomarkør?

Dette afsnit giver en kort introduktion til forskellige eksperimentelle metoder, der anvendes til at måle biomarkører. Fokus er på DNA og proteiner. I afsnittet beskrives de eksperimentelle metoder PCR, DNA-sekventering, ELISA og kromatografi. Kromatografi er den metode, som er mest dybdegående beskrevet. Der er henvisninger til yderligere beskrivelser af de andre metoder, som kan benyttes, hvis eleverne ikke har lært om dem før eller har brug for en genopfriskning. Formålet med afsnittet er, at eleverne kan lære om disse fire eksperimentelle metoder.

Som supplement kan anvendes videoer om de eksperimentelle metoder fra Biostriben ([https://www.biotechacademy.dk/e-learning/biostriben/gymnasie/eksperimentelt\\_arbejde/](https://www.biotechacademy.dk/e-learning/biostriben/gymnasie/eksperimentelt_arbejde/))

Til afsnittet hører de samme to cases som til det forrige afsnit. Denne gang er fokuset på kromatografi (HPLC) af hæmoglobin A1c og PCR samt DNA-sekventering af *BRCA*-generne. Der er desuden en case omkring Covid-19, og hvordan kviktests fungerer.

Opgavearket til teori afsnittet tester elevens viden om grundteori om mutationer og den genetiske kode. Derudover kræver det, at eleverne bruger deres viden om DNA-sekventering. Her kan med fordel vises videoen om Sanger-sekventering fra Biostriben ([https://www.biotechacademy.dk/e-learning/biostriben/gymnasie/eksperimentelt\\_arbejde/#1516016698744-9465129c-9a96](https://www.biotechacademy.dk/e-learning/biostriben/gymnasie/eksperimentelt_arbejde/#1516016698744-9465129c-9a96)). Teorien anvendes til at finde ud af, om en kvinde er disponeret for brystkræft.

Til afsnittet hører videoen "Sjældne genetiske sygdomme", hvor stofskiftesygdommen MCADD introduceres. Derudover uddybes nogle af de trin, som indgår i screeningsprogrammet af nyfødte. Det inkluderer undersøgelsen af metabolitter og DNA, og hvordan man bruger patientprøver til at opstille sygdomsmodeller for bedre at forstå mekanismerne bag.

## Hvordan finder man en ny biomarkør?

Dette afsnit giver en introduktion til processen, hvorved nye biomarkører opdages. Det inkluderer overvejelser om forsøgsdesign og statistisk tolkning af data. Begreberne sensitivitet og specificitet introduceres i forbindelse med en beskrivelse af, hvilke egenskaber en god biomarkør har. Formålet med afsnittet er, at eleverne kan forholde sig til, hvilke overvejelser som går ind i et forsøgsdesign, og at der ligger meget forskning bag alle biomarkører.

Til afsnittet hører en case om Alzheimers sygdom. I den beskrives, hvilke biomarkører der allerede findes for sygdommen, og hvilke nye biomarkører forskerne leder efter.

Opgavearket til teori afsnittet er baseret på databehandling, bioinformatik og informationssøgning. Til at løse opgaverne anvendes Excel og det bioinformatiske værktøj BLASTp. Værktøjerne anvendes til at finde en ny biomarkør for Alzheimers sygdom.

## Hvad gør man, hvis der ikke findes en biomarkør?

Dette afsnit giver en introduktion til de to sygdomsmodeller: Den biomedicinske sygdomsmodel og den biopsyko-sociale sygdomsmodel. Derudover beskrives funktionelle lidelser og kronisk træthedssyndrom, som eksempler på sygdomme hvor der endnu ikke findes nogen biomarkører. Formålet med afsnittet er, at eleverne får redskaber til at kunne indgå i en saglig diskussion om forskellige sygdomsopfattelser, og hvilken betydning det kan have for diagnosticering og behandling af en sygdom. Dette afsnit skal give eleven et bredere perspektiv på biomarkører og motivere dem til selv at arbejde videre med biomarkører i fremtiden.

Opgavearket til teoriafsnittet lægger op til diskussion blandt eleverne om sygdomsmodeller og bioetiske problemstillinger i forbindelse med funktionelle lidelser og kronisk træthedssyndrom. Det er vigtigt at understrege, at der ikke er nogle rigtige eller forkerte svar, men at spørgsmålene har til formål at få eleverne til at reflektere over nogle af udfordringerne, der er ved kronisk træthedssyndrom. Derudover skelnes der i den tilhørende video mellem biomedicinske sygdomme og psyko-soziale sygdomme, hvor teoriafsnittet omhandler bio-psyko-soziale sygdomsmodeller. I denne sygdomsmodel indgår biologiske faktorer som sygdomsforårsagende.

Til afsnittet hører videoen "De ukendte sygdomme", som omhandler kronisk træthedssyndrom. I videoen fortæller læger og specialister på området, hvilke udfordringer der er i forbindelse med at diagnosticere og behandle patienterne og forske i sygdommen. Patienten Madelleine fortæller om sit liv med kronisk træthedssyndrom, og hvordan hun føler sig overset af sundhedsvæsenet.

Hvis I ønsker at arbejde videre med emnet, findes der meget sekundær litteratur, som eleverne kan læse for bedre at forstå debatten omkring kronisk træthedssyndrom. Et eksempel er artiklen "Overlæges kamp for bedre behandling til ME-patienter sker fra sygesengen" fra Sundhedspolitisk Tidsskrift:

<https://sundhedspolitisktidsskrift.dk/nyheder/sundhedspolitik/7648-overlaeges-kamp-for-bedre-behandling-til-me-patienter-sker-fra-sygesengen.html> Der findes også flere artikler på Videnskab.dk omkring sygdommen, som kan inddrages i undervisningen.

### **Kontakt til feedback**

Vi er glade for at du vil bruge vores undervisningsmateriale, hvis du opdager fejl eller plads til forbedring i vores materiale, må du meget gerne hjælpe os med at gøre det bedre for dig og dine kollegaer i fremtiden!  
[biotech@bio.dtu.dk](mailto:biotech@bio.dtu.dk)

### **Kreditering**

Dette undervisningsmateriale er udviklet af Line Damgaard Henriksen, kandidatstuderende i bioteknologi på DTU, i samarbejde med Carsten Meedom, ejer af Meedom Kommunikation, Kim Henriksen, gruppeleder hos Nordic Bioscience og forskningsgruppen Protease Systems Biology fra DTU Bioengineering.