# 1. जीन थेरेपी

## 1.1. जीन थेरेपी क्या है?

- जीन थेरेपी एक ऐसी तकनीक है जो बीमारी के इलाज या रोकथाम के लिए जीन का उपयोग करती है।
- यह तकनीक डॉक्टरों को दवाओं या सर्जरी के बजाय **रोगी की कोशिकाओं में जीन डालकर किसी विकार का इलाज** करने की अनुमति देती है।
- शोधकर्ता जीन थेरेपी के कई तरीकों का परीक्षण कर रहे हैं, जिनमें शामिल हैं:
    - रोग का कारण बनने वाले उत्परिवर्तित जीन को जीन की एक स्वस्थ प्रति से प्रतिस्थापित करना।
    - एक उत्परिवर्तित जीन को निष्क्रिय करना, या "नॉकआउट करना", जो अनुचित तरीके से कार्य कर रहा है।
    - किसी बीमारी से लड़ने में मदद के लिए शरीर में एक नया जीन प्रविष्ट करना।

## 1.2. दृष्टिकोण और तकनीक

- जीन थेरेपी को असामान्य जीन की भरपाई करने या लाभकारी प्रोटीन बनाने के लिए कोशिकाओं में आनुवंशिक सामग्री पेश करने के लिए डिज़ाइन किया गया है।
- यदि एक उत्परिवर्तित जीन के कारण आवश्यक प्रोटीन दोषपूर्ण या गायब हो जाता है, तो जीन थेरेपी प्रोटीन के कार्य को बहाल करने के लिए जीन की एक सामान्य प्रतिलिपि पेश करने में सक्षम हो सकती है।
- एक जीन जो सीधे कोशिका में डाला जाता है वह आमतौर पर कार्य नहीं करता है। इसके बजाय, **वेक्टर नामक एक वाहक** को जीन वितरित करने के लिए आनुवंशिक रूप से इंजीनियर किया जाता है।
- कुछ वायरस अक्सर वाहक के रूप में उपयोग किए जाते हैं क्योंकि वे कोशिका को संक्रमित करके नए जीन प्रदान कर सकते हैं। वायरस को संशोधित किया जाता है ताकि लोगों में उपयोग किए जाने पर वे बीमारी का कारण न बन सकें।
- कुछ प्रकार के वायरस, जैसे रेट्रोवायरस, अपनी आनुवंशिक सामग्री (नए जीन सहित) को मानव कोशिका में एक गुणसूत्र में एकीकृत करते हैं।
- वेक्टर को शरीर में एक विशिष्ट ऊतक में सीधे अंतःशिरा में इंजेक्ट किया जा सकता है या दिया जा सकता है, जहां इसे व्यक्तिगत कोशिकाओं द्वारा ग्रहण किया जाता है।
- वैकल्पिक रूप से, रोगी की कोशिकाओं का एक नमूना निकाला जा सकता है और प्रयोगशाला सेटिंग में वेक्टर के संपर्क में लाया जा सकता है।
- फिर वेक्टर युक्त कोशिकाएं रोगी में वापस भेज दी जाती हैं। यदि उपचार सफल होता है, तो वेक्टर द्वारा दिया गया नया जीन एक कार्यशील प्रोटीन बनाएगा।

- हाल के वर्षों में जीन स्थानांतरण के गैर-वायरल तरीकों का भी पता लगाया गया है। गैर-वायरल जीन थेरेपी के तरीकों में इलेक्ट्रोपोरेशन, जीन गन, सोनोपोरेशन, मैग्नेटोफेक्शन, ऑलिगोन्यूक्लियोटाइड्स, लिपोप्लेक्स, डेंड्रिमर्स और अकार्बनिक नैनोकणों का उपयोग शामिल है।

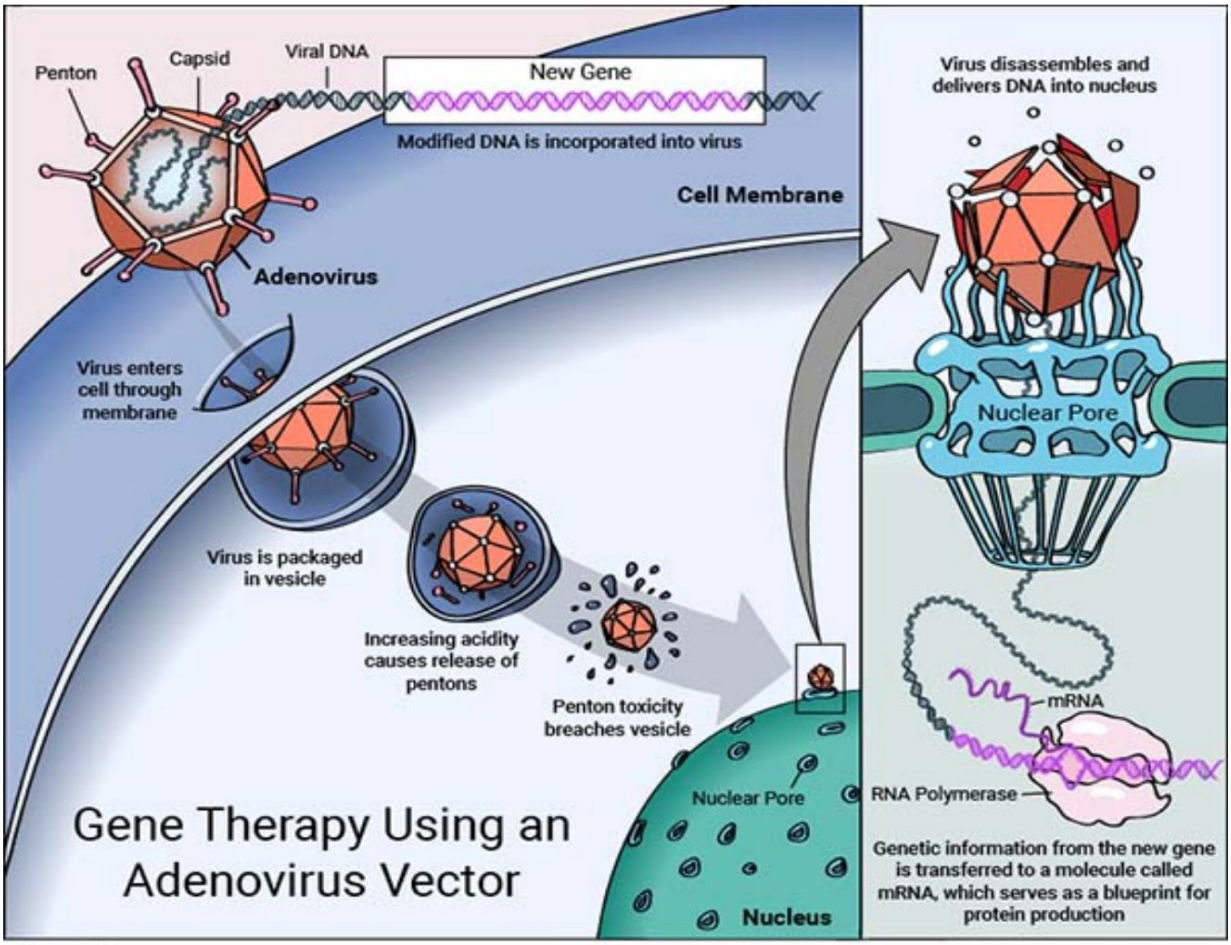


**Figure.1. जीन थेरेपी के लिए जीन का वायरस आधारित स्थानांतरण**

## 1.3. जीन थेरेपी के प्रकार

***A. थेरापीटिक जीन द्वारा संशोधित कोशिकाओं के प्रकार पर निर्भर:***

**सोमेटिक सेल जीन थेरेपी**

- इस प्रकार में, आनुवंशिक परिवर्तन सोमेटिक कोशिकाओं की ओर निर्देशित होते हैं।
- चूँकि ये कोशिकाएँ गैर-प्रजननशील होती हैं, इसलिए इसका प्रभाव भविष्य की पीढ़ियों तक नहीं जाता है, जिससे यह सुरक्षित हो जाता है।
- इसका नुकसान सोमेटिक सेल थैरेपी के प्रभाव की अल्प अवधि है क्योंकि अधिकांश ऊतक नए ऊतकों द्वारा प्रतिस्थापित कर दिए जाते हैं।

**जर्म सेल जीन थेरेपी**

- यह जीन थेरेपी का प्रकार है, जहां रोगाणु कोशिकाएं, यानी या तो शुक्राणु या अंडाणु को चिकित्सीय जीन के साथ पेश किया जाता है, जिससे ऐसे परिवर्तन होते हैं जो विरासत में मिलते हैं, यानी जीन में परिवर्तन भविष्य की पीढ़ियों को प्रभावित कर सकते हैं।

***B. लक्ष्य सेल तक वैक्टर पहुंचाने की तकनीक के आधार पर:***

**एक्स-विवो जीन थेरेपी**

- एक्स-विवो जीन थेरेपी वह है जहां दोषपूर्ण कोशिकाओं को शरीर से बाहर निकाला जाता है और चिकित्सीय जीन के साथ लक्षित किया जाता है।
- एक बार सफलतापूर्वक संशोधित होने के बाद, उन्हें एक्स-विवो में संवर्धित किया जाता है और वापस मेजबान में स्थानांतरित कर दिया जाता है, जहां अब संशोधित जीन प्रतिकृति बनाता है।

**इन-विवो जीन थेरेपी**

- इस पद्धति में, एक वेक्टर जो चिकित्सीय जीन को ले जाने में सक्षम है, का उपयोग मेजबान कोशिकाओं को सामान्य जीन के साथ इंजेक्ट करने के लिए किया जाता है।

***C. दोषपूर्ण जीन में लाए गए परिवर्तन का प्रकार:***

**जीन प्रतिस्थापन**

- जीन प्रतिस्थापन का अर्थ है दोषपूर्ण जीन को संशोधित जीन से बदलना।

**जीन एडिशन थेरेपी**

- जीन संयोजन का अर्थ है जीनोम में जीन की सामान्य या कार्यात्मक प्रतिलिपि जोड़कर कोशिका के सामान्य कार्य की बहाली।
- इस अवधारणा का उपयोग मुख्य रूप से कैंसर पर विभिन्न जीन थेरेपी से संबंधित अनुसंधान में किया जाता है।

## 1.4. सफलता और बाधाएँ

- लोगों में जीन थेरेपी के नैदानिक परीक्षणों ने कुछ बीमारियों के इलाज में कुछ सफलता दिखाई है, जैसे:
    - गंभीर संयुक्त प्रतिरक्षा की कमी
    - हीमोफीलिया
    - रेटिनाइटिस पिगमेंटोसा के कारण होने वाला अंधापन
    - लेकिमिया
- लेकिन जीन थेरेपी को उपचार का एक विश्वसनीय रूप बनने के रास्ते में कई महत्वपूर्ण बाधाएँ खड़ी हैं, जिनमें शामिल हैं:
    - कोशिकाओं में आनुवंशिक सामग्री लाने का एक विश्वसनीय तरीका खोजना
    - सही कोशिकाओं को लक्षित करना
    - साइड इफेक्ट के जोखिम को कम करना

## 1.5. भारत में जीन थेरेपी

- हालांकि भारत में जीन थेरेपी में रुचि लेने में कुछ समय लगा, लेकिन विभिन्न सरकारी एजेंसियों द्वारा प्रदान की गई वित्तीय सहायता के साथ, देश ने जीन थेरेपी से संबंधित अनुसंधान में तेजी से सुधार दिखाया है।
- जीन थेरेपी प्रयोगशालाओं वाले प्रमुख एशियाई देशों में भारत तीसरे स्थान पर है।
- मुख्य उद्देश्य जीन थेरेपी अनुसंधान के लिए नए संस्थानों को विकसित करना, मौजूदा संस्थानों को मजबूत करना है जिनके पास इस क्षेत्र में अच्छी विशेषज्ञता है ताकि देश में आनुवंशिक विकारों के बोझ को कम करने के लिए आणविक आनुवंशिकी में काम शुरू किया जा सके।
- भारत में जीन थेरेपी से संबंधित अनुसंधान का अग्रणी **एडवांस्ड सेंटर फॉर ट्रीटमेंट, रिसर्च एंड एजुकेशन फॉर कैंसर** (Advanced Centre for Treatment, Research and Education for Cancer-ACTREC) है जहां सिंथेटिक वैक्टर का उपयोग करके सिर और गर्दन के कैंसर के लिए जीन थेरेपी पर सक्रिय कार्य किया जा रहा है।

### 1.5.1. भारत में जीन थेरेपी के लिए दिशानिर्देश

- भारतीय चिकित्सा अनुसंधान परिषद ने दिसंबर 2019 में जैव प्रौद्योगिकी विभाग और केंद्रीय औषधि मानक नियंत्रण संगठन सहित विशेषज्ञों और सरकारी एजेंसियों के परामर्श से जीन थेरेपी उत्पाद विकास और नैदानिक परीक्षणों के लिए राष्ट्रीय दिशानिर्देश जारी किए।
- दस्तावेज़ का उद्देश्य यह सुनिश्चित करना है कि जीन थेरेपी को भारत में पेश किया जा सके और जीन थेरेपी के लिए नैदानिक परीक्षण नैतिक, वैज्ञानिक और सुरक्षित तरीके से किए जा सकें।

**दिशानिर्देशों की मुख्य विशेषताएं**

- राष्ट्रीय दिशानिर्देश बताते हैं कि जीन थेरेपी और GTP में क्या शामिल है। जीन थेरेपी उत्पाद (Gene Therapy Products-GTP) को किसी भी इकाई के रूप में परिभाषित किया गया है जिसमें रोगियों को चिकित्सीय लाभ के लिए विभिन्न माध्यमों से वितरित किया जाने वाला न्यूक्लिक एसिड घटक शामिल है।
- यह भारत में दवाओं और औषधीय प्रथाओं को विनियमित करने वाले मौजूदा कानूनों की छत्रछाया में नई जीन थेरेपी लाता है - जैसे कि औषधि एवं प्रसाधन सामग्री अधिनियम, 1940 और ओषधि और चमत्कारिक उपचार (आक्षेपणीय विज्ञापन) अधिनियम, 1954।
- इन दिशानिर्देशों के तहत, भारत में **जर्म-लाइन जीन थेरेपी प्रतिबंधित** है।
- राष्ट्रीय दिशानिर्देश किसी भी मानव बीमारी के लिए GTP विकसित करने के लिए सामान्य सिद्धांत प्रदान करते हैं और मानव नैदानिक परीक्षणों के लिए रूपरेखा प्रदान करते हैं जिन्हें किसी भी मानव अनुप्रयोगों के लिए जैव चिकित्सा अनुसंधान के स्थापित सामान्य सिद्धांतों का पालन करना चाहिए।

### 1.5.2. जीन थेरेपी सलाहकार और मूल्यांकन समिति (Gene Therapy Advisory and Evaluation Committee-GTAEC)

- जीन थेरेपी सलाहकार और मूल्यांकन समिति जैव चिकित्सा अनुसंधान, संबंधित सरकारी एजेंसियों और अन्य हितधारकों के विभिन्न क्षेत्रों का प्रतिनिधित्व करने वाले विशेषज्ञों का एक स्वतंत्र निकाय है।
- इसे भारत में जीन थेरेपी अनुसंधान के क्षेत्र में गतिविधियों की देखरेख के लिए स्वास्थ्य अनुसंधान विभाग, स्वास्थ्य और परिवार कल्याण मंत्रालय द्वारा गठित और अधिसूचित किया गया था।

**GTAEC के कार्य**

- भारत में जीन थेरेपी के क्षेत्र में अनुसंधान और विकास के लिए भारत सरकार के शीर्ष सलाहकार निकाय के रूप में कार्य करना।
- जीन थेरेपी उत्पादों के प्री-IND (खोजी नई दवा-Investigational New Drug) और IND अनुप्रयोगों की व्यापक समीक्षा करना।
- हितधारकों के बीच वैज्ञानिक और नैतिक प्रथाओं को विकसित करने के लिए नीतियां बनाना।
- जीन थेरेपी के क्षेत्र में बुनियादी और नैदानिक अनुसंधान और प्रगति में शामिल मुद्दों पर चर्चा के लिए एक मंच प्रदान करना।
- वैश्विक स्तर पर हो रही प्रगति के आलोक में समय-समय पर दस्तावेज़ की पर्याप्तता का आकलन करना।
- जनहित के अप्रत्याशित मुद्दों पर विचार करना।

## 1.6. माइटोकॉन्ड्रियल दान उपचार (Mitochondrial Donation Treatment-MDT)

**माइटोकॉन्ड्रियल रोग क्या है?**

- माइटोकॉन्ड्रिया मूल रूप से कोशिकाओं के पावरहाउस हैं, वे ऊर्जा उत्पन्न करते हैं, और इस प्रकार मानव शरीर में कोशिका कार्य के लिए भी जिम्मेदार होते हैं।
- शरीर में कुछ ऐसे दोष उत्पन्न हो सकते हैं जो माइटोकॉन्ड्रिया द्वारा कोशिकाओं के लिए ऊर्जा पैदा करने के तरीके (विशेष रूप से मस्तिष्क, तंत्रिकाओं, मांसपेशियों, गुर्दे, हृदय, यकृत के 'ऊर्जा-भूखे' ऊतकों में) को प्रभावित कर सकते हैं और इस प्रकार कोशिका कार्य को प्रभावित कर सकते हैं।
- ऐसे माइटोकॉन्ड्रियल उत्परिवर्तन से उत्पन्न होने वाली बीमारियों को माइटोकॉन्ड्रियल रोग कहा जाता है।
- जब माइटोकॉन्ड्रिया ख़राब हो जाता है और पर्याप्त ऊर्जा का उत्पादन नहीं करता है, तो यह अंगों के कार्य करने के तरीके को प्रभावित करता है, जिससे पूरे शरीर में लक्षणों की एक विस्तृत श्रृंखला बन जाती है, जिसमें मस्तिष्क क्षति, अंग विफलता और मांसपेशियों की क्षय शामिल है।
- **नोट:** माइटोकॉन्ड्रियल रोग केवल मां से ही प्रसारित होते हैं।

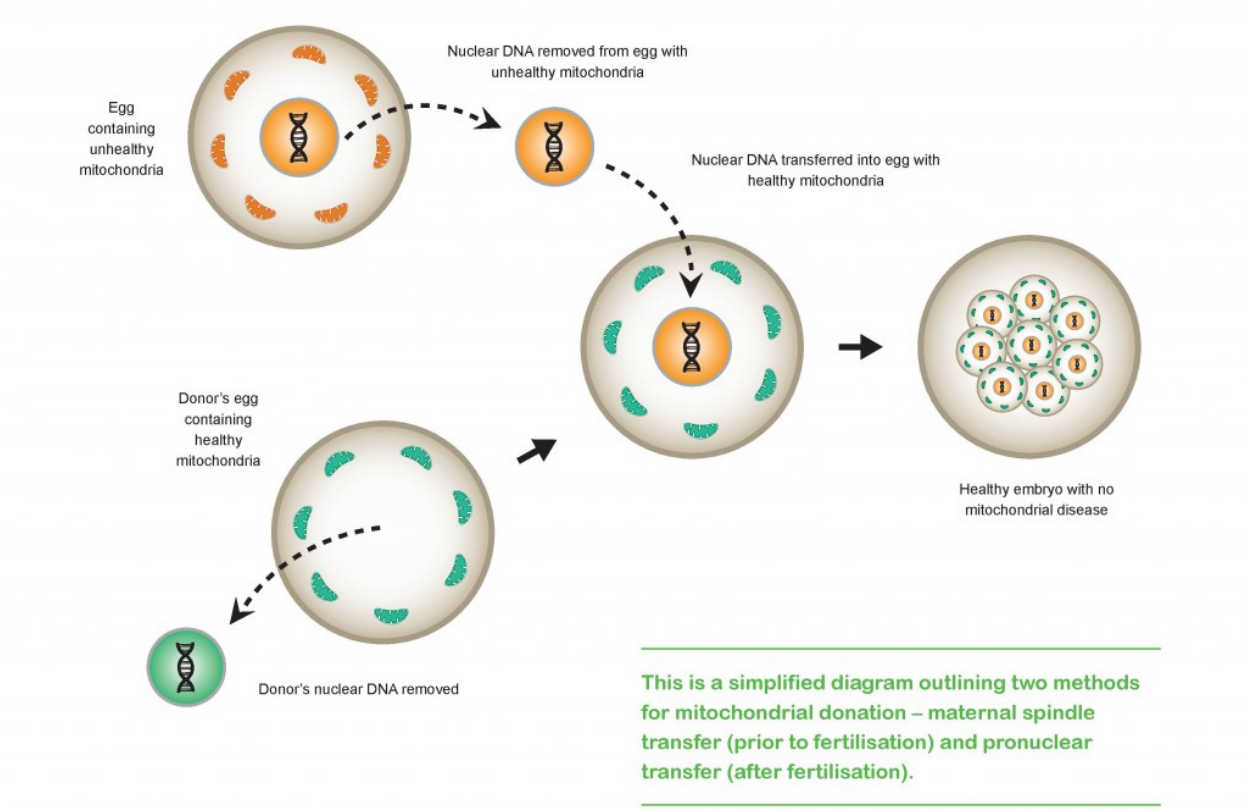


**Figure.2. माइटोकॉन्ड्रियल दान उपचार**

**वैज्ञानिक प्रक्रिया**

- एक उन्नत इन विट्रो फर्टिलाइजेशन के माध्यम से, बच्चे के जैविक पिता के शुक्राणु का उपयोग जैविक मां, जिसे माइटोकॉन्ड्रियल बीमारी है, और तीसरी, स्पष्ट माइटोकॉन्ड्रिया वाली महिला दाता के अंडों को अलग से निषेचित करने के लिए किया जाता है।
- फिर, दाता के अंडे से परमाणु आनुवंशिक सामग्री को हटा दिया जाता है और जैविक माता-पिता की आनुवंशिक सामग्री से बदल दिया जाता है।
- अंतिम उत्पाद - अंडा - जिसमें माता-पिता से आनुवंशिक सामग्री (डीएनए) और महिला दाता से माइटोकॉन्ड्रिया होता है, गर्भाशय में प्रत्यारोपित किया जाता है, और एक बच्चे को जन्म देने के लिए पूर्ण अवधि तक ले जाया जाता है जो मां के माइटोकॉन्ड्रियल बीमारी से मुक्त होगा।
- इस प्रक्रिया को माइटोकॉन्ड्रियल डोनेशन ट्रीटमेंट कहा जाता है।

**प्रक्रिया के दुष्प्रभाव**

- कभी-कभी यह संभव है कि त्रुटियों के साथ मातृ माइटोकॉन्ड्रिया की थोड़ी मात्रा प्रक्रिया के दौरान पारित हो सकती है। काफी हद तक मददगार होते हुए भी, यह प्रक्रिया इन न्यूनतम जोखिमों से रहित नहीं है।

## 2. CRISPR और जीन एडिटिंग

- CRISPR ("क्लस्टर्ड रेगुलर्ली  इंटरस्पेस्ड शॉर्ट पैलिंड्रोमिक रिपीट" का संक्षिप्त रूप) एक ऐसी तकनीक है जिसका उपयोग अनुसंधान वैज्ञानिक जीवित जीवों के डीएनए को चुनिंदा रूप से संशोधित करने के लिए करते हैं। यह एक जीवाणु प्रतिरक्षा प्रणाली है जिसे जीनोम इंजीनियरिंग के लिए संशोधित किया गया है।
- CRISPR और CRISPR-संबद्ध (Cas) जीन के कार्य कुछ बैक्टीरिया में अनुकूली प्रतिरक्षा में आवश्यक हैं, जो जीवों को आक्रामक आनुवंशिक सामग्री पर प्रतिक्रिया करने और खत्म करने में सक्षम बनाते हैं।
- इन पुनरावृत्तियों की खोज सबसे पहले **1987 में इशिनो द्वारा ई. कोली में** की गई थी, लेकिन उनके कार्य की पुष्टि 2007 में बैरांगौ और सहकर्मियों द्वारा की गई थी।
- CRISPR-Cas9 आनुवंशिकीविदों और चिकित्सा शोधकर्ताओं को डीएनए अनुक्रम के अनुभागों को हटाकर, जोड़कर या परिवर्तित करके जीनोम के कुछ हिस्सों को संपादित करने में सक्षम बनाता है।
- यह वर्तमान में आनुवंशिक हेरफेर की सबसे सरल, सबसे बहुमुखी और सटीक विधि है।

### 2.1. कार्य तंत्र

- CRISPR में दो घटक होते हैं: एक **"गाइड" RNA** (gRNA) और **एक गैर-विशिष्ट CRISPR-संबद्ध एंडोन्यूक्लिज़** (Cas9)।
- Cas9 'आण्विक कैंची' की एक जोड़ी के रूप में कार्य करता है जो जीनोम में एक विशिष्ट स्थान पर डीएनए के दो स्ट्रैंड को काट सकता है ताकि डीएनए के बिट्स को जोड़ा या हटाया जा सके।
- gRNA एक छोटा सिंथेटिक RNA है जो Cas9-बाइंडिंग के लिए आवश्यक अनुक्रम और एक उपयोगकर्ता-परिभाषित ~20 न्यूक्लियोटाइड "लक्ष्यीकरण" अनुक्रम से बना है जो संशोधित किए जाने वाले जीनोमिक लक्ष्य को परिभाषित करता है।
- इस प्रकार, कोई व्यक्ति केवल gRNA में मौजूद लक्ष्यीकरण अनुक्रम को बदलकर Cas9 के जीनोमिक लक्ष्य को बदल सकता है।

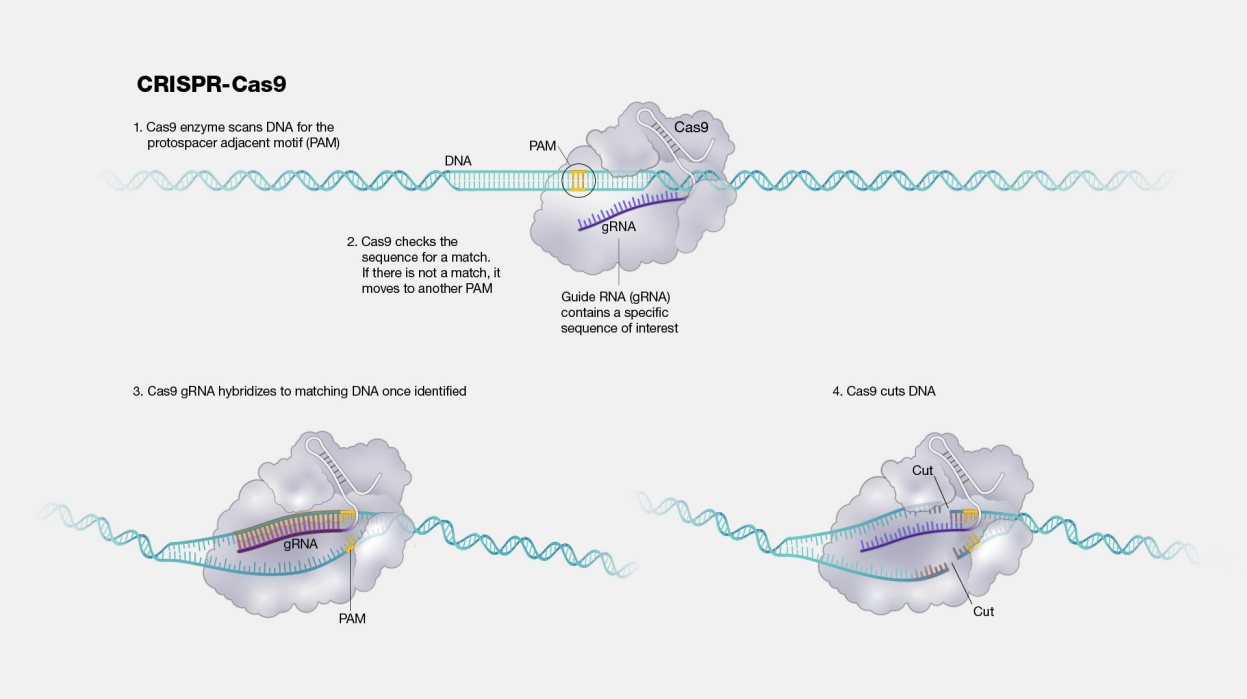


**Figure.3. CRISPR-Cas9 की विधि**

## 2.2. अनुप्रयोग

- **लक्षित जीनोम इंजीनियरिंग:** इस प्रणाली का उपयोग विभिन्न प्रकार के लक्षित जीनोम इंजीनियरिंग अनुप्रयोगों को सुविधाजनक बनाने के लिए किया जा सकता है। Cas9 न्यूक्लियस ने कई प्रजातियों में कुशल और लक्षित जीनोम संशोधन को सक्षम किया है जो पारंपरिक आनुवंशिक हेरफेर तकनीकों का उपयोग करके कठिन हैं।
- **सेलुलर और पशु मॉडल की तीव्र पीढ़ी:** Cas9-मध्यस्थता जीनोम संपादन ने ट्रांसजेनिक मॉडल की त्वरित पीढ़ी को सक्षम किया है और पारंपरिक पशु मॉडल जीवों से परे जैविक अनुसंधान का विस्तार किया है।
- **कार्यात्मक जीनोमिक स्क्रीन:** Cas9 के साथ जीनोम संपादन की दक्षता समानांतर में कई लक्ष्यों को बदलना संभव बनाती है, जिससे जीनोम-व्यापी कार्यात्मक विश्लेषण उन जीनों की पहचान करने में सक्षम होता है जो रुचि के फेनोटाइप में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।
- **ट्रांसक्रिप्शनल मॉड्यूलेशन:** तकनीक जीन क्रिया को दबा सकती है जिसका उपयोग वांछित जीन को शांत करने में किया जा सकता है।
- **एपिजेनेटिक नियंत्रण:** जटिल जीनोम कार्यों को एपिजेनेटिक परिवर्तनों की अत्यधिक गतिशील प्रक्रिया द्वारा नियंत्रित किया जाता है। CRISPR विधि वांछित एपिजेनेटिक संशोधन ला सकती है।
- **आनुवंशिक विकारों के इलाज के लिए एक चिकित्सीय अणु के रूप में Cas9:** आनुवंशिक विकारों के इलाज के लिए Cas9 का उपयोग एक चिकित्सीय तकनीक के रूप में किया जा सकता है। कार्य-क्षम उत्परिवर्तन (जैसे सिस्टिक फाइब्रोसिस, सिकल सेल एनीमिया, या डचेन मस्कुलर

डिस्ट्रॉफी) के नुकसान के कारण एक मोनोजेनिक अप्रभावी विकार के लिए, Cas9 का उपयोग प्रेरक उत्परिवर्तन को ठीक करने के लिए किया जा सकता है।

### 2.3. डिज़ाइनर शिशुओं की संभावना

- डिज़ाइनर बेबी एक ऐसा शब्द है जो आनुवंशिक रूप से इंजीनियर किए गए बच्चे के उत्पाद को संदर्भित करता है। इन शिशुओं को गर्भ में रहते हुए ही अधिक वांछित स्वास्थ्य (कुछ बीमारियों से मुक्त होना), रूप, कौशल या प्रतिभा प्राप्त करने के लिए "डिज़ाइन" (निर्धारित/परिवर्तित) किया जाता है।

**यह कैसे किया जा सकता है?**

- चिकित्सा और (नैदानिक) आनुवांशिकी में प्री-इम्प्लांटेशन जेनेटिक डायग्नोसिस (पीजीडी या पीआईजीडी) (जिसे भ्रूण स्क्रीनिंग के रूप में भी जाना जाता है) उन प्रक्रियाओं को संदर्भित करता है जो आरोपण से पहले भ्रूण पर की जाती हैं, कभी-कभी निषेचन से पहले ओसाइट्स पर भी।
- जब किसी विशिष्ट आनुवांशिक बीमारी या बीमारी होने के जोखिम की जांच के लिए इसका उपयोग किया जाता है, तो इसका मुख्य लाभ यह है कि यह विधि इस बात की अत्यधिक संभावना बनाती है कि बच्चा विचाराधीन बीमारी से मुक्त हो जाएगा।
- इस चरण के बाद अंडे या युग्मनज में आनुवंशिक हेरफेर किया जा सकता है। यहां, मानक पुनः संयोजक डीएनए प्रौद्योगिकी लागू की जाती है। इसके बाद एक बार फिर जेनेटिक स्क्रीनिंग की जाती है।
- यदि वांछित आनुवंशिक लक्षण सफलतापूर्वक पेश किए गए हैं, तो युग्मनज या उससे उत्पन्न होने वाले प्रारंभिक भ्रूण को आरोपण के लिए अनुमोदित किया जा सकता है। प्रत्यारोपण सामान्य या सरोगेट मां में किया जा सकता है।
- सामान्य गर्भधारण के बाद, वांछित गुणों वाला एक "डिज़ाइनर बच्चा" पैदा होता है।

## 3. क्लोनिंग

### 3.1. क्लोनिंग क्या है?

- क्लोनिंग शब्द कई अलग-अलग प्रक्रियाओं का वर्णन करता है जिनका उपयोग किसी जैविक इकाई की आनुवंशिक रूप से समान प्रतियां तैयार करने के लिए किया जा सकता है।
- प्रतिलिपि की गई सामग्री, जिसमें मूल के समान आनुवंशिक संरचना होती है, को क्लोन कहा जाता है।

### 3.2. क्लोनिंग की आवश्यकता

**रोग के क्लोनिंग पशु मॉडल**

- पशु मॉडल को आनुवंशिक रूप से उनके जीन में रोग पैदा करने वाले उत्परिवर्तन ले जाने के लिए इंजीनियर किया जाता है। क्लोनिंग से ट्रांसजेनिक पशु मॉडल बनाने के लिए आवश्यक समय को

कम करने में मदद मिल सकती है, और इसके परिणामस्वरूप अध्ययन के लिए आनुवंशिक रूप से समान जानवरों की आबादी होगी।

**अनुसंधान के लिए क्लोनिंग स्टेम सेल**

- एक व्यक्ति से दूसरे व्यक्ति में स्थानांतरित स्टेम कोशिकाओं को विदेशी के रूप में देखा जाता है, और वे आमतौर पर प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया को ट्रिगर करते हैं।
- कुछ शोधकर्ता क्लोनिंग को स्टेम कोशिकाएं बनाने के एक तरीके के रूप में देख रहे हैं जो आनुवंशिक रूप से किसी व्यक्ति के समान हैं। इन कोशिकाओं का उपयोग चिकित्सा प्रयोजनों के लिए किया जा सकता है, संभवतः संपूर्ण अंगों के विकास के लिए भी।
- इसके अलावा, किसी बीमारी से पीड़ित व्यक्ति से क्लोन की गई स्टेम कोशिकाओं को संस्कृति में विकसित किया जा सकता है और शोधकर्ताओं को बीमारी को समझने और उपचार विकसित करने में मदद करने के लिए अध्ययन किया जा सकता है।

**लुप्तप्राय या विलुप्त प्रजातियों को पुनर्जीवित करना**

- 2009 में, वैज्ञानिकों को एक विलुप्त जानवर को पुनर्जीवित करने में पहली बार लगभग सफलता मिली थी।
    - बकरियों को अंडा दाता और सरोगेट के रूप में उपयोग करते हुए, उन्होंने बुकार्डो नामक एक जंगली पहाड़ी बकरी के कई क्लोन बनाए - लेकिन वह जन्म के तुरंत बाद मर गई।
- लुप्तप्राय प्रजातियों की क्लोनिंग विलुप्त प्रजातियों की तुलना में आसान है, क्योंकि जीवित जानवर स्वस्थ, जीवित कोशिकाएं दान कर सकते हैं।
- हालाँकि, लुप्तप्राय प्रजातियों के सामने आने वाली समस्या आनुवंशिक विविधता का नुकसान है, और क्लोनिंग इस समस्या का समाधान नहीं करती है।
- क्लोनिंग निवास स्थान के विनाश और शिकार की समस्याओं का भी समाधान नहीं करती है।

**औषधि उत्पादन के लिए फार्मिंग**

- गाय, भेड़ और बकरियों जैसे फार्म जानवरों को आनुवंशिक रूप से ऐसी दवाओं या प्रोटीन का उत्पादन करने के लिए इंजीनियर किया जा रहा है जो चिकित्सा में उपयोगी हैं।
- रोग के पशु मॉडल बनाने की तरह, क्लोनिंग आनुवंशिक रूप से इंजीनियर जानवरों के बड़े झुंड पैदा करने का एक तेज़ तरीका हो सकता है।

**इंसानों की क्लोनिंग**

- मनुष्यों की क्लोनिंग की संभावना अत्यधिक विवादास्पद है, और यह कई नैतिक, कानूनी और सामाजिक चुनौतियाँ खड़ी करती है जिन पर विचार करने की आवश्यकता है।
- हालाँकि कई प्रजातियों का क्लोन सफलतापूर्वक बनाया जा चुका है, फिर भी यह प्रक्रिया तकनीकी रूप से कठिन और अप्रभावी है।
- क्लोनिंग में सफलता की दर काफी कम है: अधिकांश भ्रूण विकसित होने में विफल हो जाते हैं, और कई गर्भधारण गर्भपात में समाप्त हो जाते हैं।

- मानव क्लोनिंग के वर्तमान प्रयास अनुसंधान और चिकित्सा के लिए भ्रूण स्टेम सेल बनाने पर केंद्रित हैं।

### 3.3. क्लोनिंग के प्रकार

क्लोनिंग के तीन अलग-अलग प्रकार हैं:

- **जीन क्लोनिंग:** जीन या डीएनए के खंडों की प्रतियां बनाता है।
- **प्रजनन क्लोनिंग:** पूरे जानवरों की प्रतियां बनाता है।
- **चिकित्सीय क्लोनिंग:** घायल या रोगग्रस्त ऊतकों को बदलने के लिए ऊतकों का निर्माण करने के उद्देश्य से प्रयोगों के लिए भ्रूण स्टेम कोशिकाओं का उत्पादन करता है।

### 3.4. प्रजनन क्लोनिंग के लिए प्रयुक्त विधियाँ

#### सोमेटिक सेल न्यूक्लियर ट्रांसफर (SCNT) का उपयोग करके क्लोनिंग

- प्रक्रिया एक अंडे से गुणसूत्रों को हटाने के साथ शुरू होती है ताकि एक सम्मिलित अंडा बनाया जा सके।
- गुणसूत्रों को क्लोन किए जाने वाले व्यक्ति या भ्रूण की दैहिक (शरीर) कोशिका से लिए गए नाभिक से प्रतिस्थापित किया जाता है। यह कोशिका सीधे व्यक्ति से, संस्कृति में विकसित कोशिकाओं से, या जमे हुए ऊतक से प्राप्त की जा सकती है।
- फिर अंडे को उत्तेजित किया जाता है, और कुछ मामलों में यह विभाजित होना शुरू हो जाता है। यदि ऐसा होता है, तो अनुक्रमिक कोशिका विभाजन की एक श्रृंखला से ब्लास्टोसिस्ट, या प्रीइम्प्लांटेशन भ्रूण का निर्माण होता है।
- फिर ब्लास्टोसिस्ट को जानवर के गर्भाशय में स्थानांतरित कर दिया जाता है।
- गर्भाशय में ब्लास्टोसिस्ट के सफल प्रत्यारोपण के परिणामस्वरूप इसका आगे विकास हो सकता है, जिसकी परिणति कभी-कभी किसी जानवर के जन्म के रूप में होती है।
- यह जानवर उस व्यक्ति का क्लोन होगा जो नाभिक का दाता था।
- SCNT डॉली भेड़ बनाने के लिए इस्तेमाल की जाने वाली विधि थी।

#### भ्रूण विभाजन द्वारा क्लोनिंग

- यह प्रक्रिया इन विट्रो फर्टिलाइजेशन (IVF) से शुरू होती है। युग्मनज दो और फिर चार समान कोशिकाओं में विभाजित हो जाता है।
- इस स्तर पर, कोशिकाओं को अलग किया जा सकता है और उन्हें अलग लेकिन समान ब्लास्टोसिस्ट में विकसित होने दिया जा सकता है, जिसे बाद में गर्भाशय में प्रत्यारोपित किया जा सकता है।
- कोशिकाओं की सीमित विकासात्मक क्षमता का मतलब है कि प्रक्रिया को दोहराया नहीं जा सकता है, इसलिए भ्रूण के विभाजन से केवल दो समान व्यक्ति प्राप्त हो सकते हैं और संभवतः चार से अधिक समान मनुष्य नहीं मिल सकते हैं।

### 3.5. डॉली का मामला

- 1996 में, स्कॉटलैंड के एडिनबर्ग में रोज़लिन इंस्टीट्यूट में इयान विल्मुट और उनके सहयोगियों ने डॉली नाम की एक भेड़ का सफलतापूर्वक क्लोन बनाया था। डॉली **प्रथम क्लोन स्तनपायी** थी।
- विल्मट और उनके सहयोगियों ने फिन डोरसेट भेड़ की स्तन ग्रंथि कोशिका से एक नाभिक को स्कॉटिश ब्लैकफेस ईव के सम्मिलित अंडे में प्रत्यारोपित किया था।
- दोनों को मिलाने और कोशिका विभाजन को प्रोत्साहित करने के लिए नाभिक-अंडे के संयोजन को बिजली से उत्तेजित किया गया था।
- नई कोशिका को विभाजित किया गया और उसे विकसित होने के लिए सरोगेट मां ब्लैकफेस ईव के गर्भाशय में रखा गया। महीनों बाद डॉली का जन्म हुआ।
- मेमना, डॉली, वयस्क मादा भेड़ की एक सटीक आनुवंशिक प्रतिकृति थी जिसने अंडे को दैहिक कोशिका नाभिक दान किया था। वह वयस्क दैहिक कोशिका से क्लोन किया जाने वाला पहला स्तनपायी था।

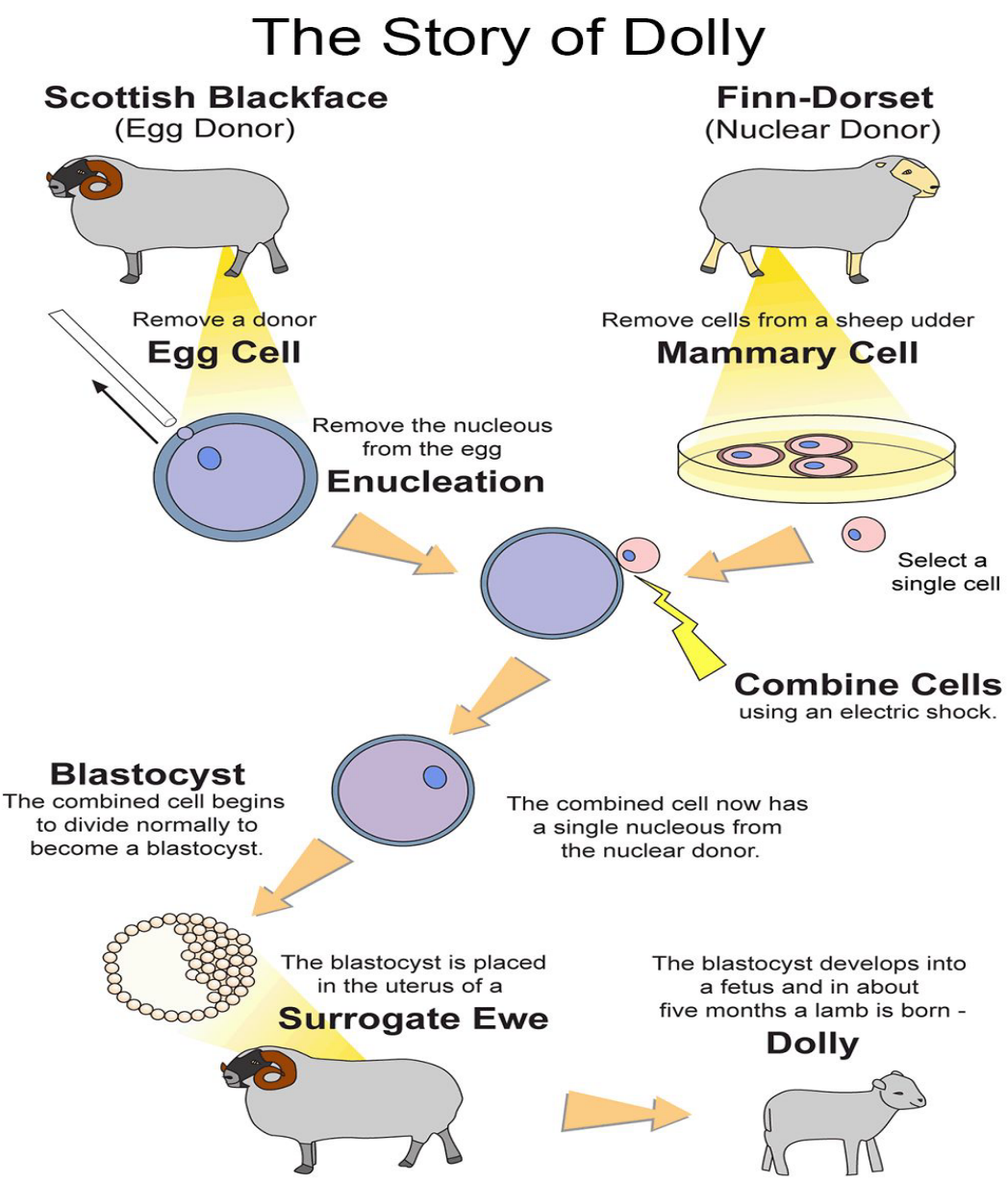


**Figure.4. क्लोन भेड़ डॉली का उत्पादन**

- **नोट:** भारत के राष्ट्रीय डेयरी अनुसंधान संस्थान के वैज्ञानिकों ने 2009 में पहली क्लोन भैंस का उत्पादन किया; हालाँकि, कुछ दिनों बाद भैंस की मृत्यु हो गई।

### 3.6. क्लोनिंग के जोखिम

**निम्न कारणों में से किसी एक के कारण उच्च विफलता दर**

- सम्मिलित अंडाणु और स्थानांतरित केन्द्रक संगत नहीं हो सकते हैं।
- सरोगेट मां में भ्रूण का प्रत्यारोपण विफल हो सकता है।
- गर्भावस्था स्वयं विफल हो सकती है।
- बाद के विकास के दौरान समस्याएँ।

**लार्ज ऑफस्प्रिंग सिंड्रोम**

- क्लोन किए गए जानवर जो जीवित रहते हैं वे जन्म के समय अपने प्राकृतिक समकक्षों की तुलना में बहुत बड़े होते हैं। इस स्थिति को "लार्ज ऑफस्प्रिंग सिंड्रोम" (LOS) कहा जाता है।
- LOS वाले क्लोन में असामान्य रूप से बड़े अंग होते हैं। इससे सांस लेने, रक्त प्रवाह और अन्य समस्याएं होने लगती हैं।

**टेलोमेयर अंतर**

- क्लोन किए गए जानवर प्राकृतिक रूप से पैदा हुए जानवरों की तुलना में टेलोमेयर की लंबाई में अंतर दिखाते हैं। इसलिए, उनकी उम्र तेजी से बढ़ने लगती है।

### 3.7. क्लोनिंग से संबंधित नैतिक मुद्दे

- प्रजनन क्लोनिंग एक ऐसे मानव को बनाने की क्षमता प्रस्तुत करेगी जो आनुवंशिक रूप से किसी अन्य व्यक्ति के समान हो जो पहले अस्तित्व में था या जो अभी भी मौजूद है।
    - यह मानवीय गरिमा के बारे में लंबे समय से चले आ रहे धार्मिक और सामाजिक मूल्यों के साथ टकराव हो सकता है, संभवतः व्यक्तिगत स्वतंत्रता, पहचान और स्वायत्तता के सिद्धांतों का उल्लंघन हो सकता है।
- चिकित्सीय क्लोनिंग, बीमारी या चोट से पीड़ित मनुष्यों के इलाज की क्षमता प्रदान करते है, लेकिन इसने टेस्ट ट्यूब में मानव भ्रूण के विनाश की आवश्यकता होगी।
    - विरोधियों का तर्क है कि भ्रूण स्टेम कोशिकाओं को इकट्ठा करने के लिए इस तकनीक का उपयोग करना गलत है, भले ही ऐसी कोशिकाओं का उपयोग बीमार या घायल लोगों को लाभ पहुंचाने के लिए किया जाता हो।

**भारत की पहली क्लोन देसी गिर मादा बछड़ी**

- हाल ही में (मार्च 2023), हरियाणा के करनाल में राष्ट्रीय डेयरी अनुसंधान संस्थान (National Dairy Research Institute-NDRI) ने देसी नस्ल गिर की भारत की पहली क्लोन मादा बछड़ी का उत्पादन किया है, जिसका नाम 'गंगा' है।
- NDRI ने दूध उत्पादन बढ़ाने के लिए गिर और साहीवाल जैसी देशी गाय की नस्लों का क्लोन बनाने की परियोजना शुरू की थी।
- इस बछड़े को पैदा करने के लिए तीन जानवरों का उपयोग किया गया था: अंडाणु साहीवाल नस्ल से लिया गया था, एक दैहिक कोशिका गिर नस्ल से, और एक सरोगेट जानवर एक क्रॉसब्रीड था।

## 4. थेरापीटिक क्लोनिंग

### 4.1. थेरापीटिक क्लोनिंग क्या है?

- थेरापीटिक क्लोनिंग क्लोनल स्टेम कोशिकाओं का उत्पादन करने की एक तकनीक है।

- इस विधि में, एक दैहिक कोशिका से अलग किए गए परमाणु सामग्री का स्थानांतरण एक सम्मिलित अंडाणु में किया जाता है। यह एक क्लोनल कोशिका का निर्माण करता है जहां से परमाणु दाता के समान जीनोम के साथ भ्रूण कोशिका रेखाएं तैयार की जा सकती हैं।
- इन भ्रूण कोशिकाओं को एकत्र किया जाता है और स्टेम सेल आधारित उपचारों के लिए उपयोग किया जाता है।
- जबकि प्रजनन क्लोनिंग का लक्ष्य एक व्यक्ति का निर्माण है, चिकित्सीय क्लोनिंग का उद्देश्य भ्रूण से पृथक रोगी-विशिष्ट कोशिका रेखाएं उत्पन्न करना है जो गर्भाशय में स्थानांतरण के लिए अभिप्रेत नहीं है।
- चिकित्सीय क्लोनिंग पुनर्योजी और प्रजनन चिकित्सा और जीन थेरेपी में, जीन-डिलीवरी के लिए एक वेक्टर के रूप में महान वादे पेश करती है।

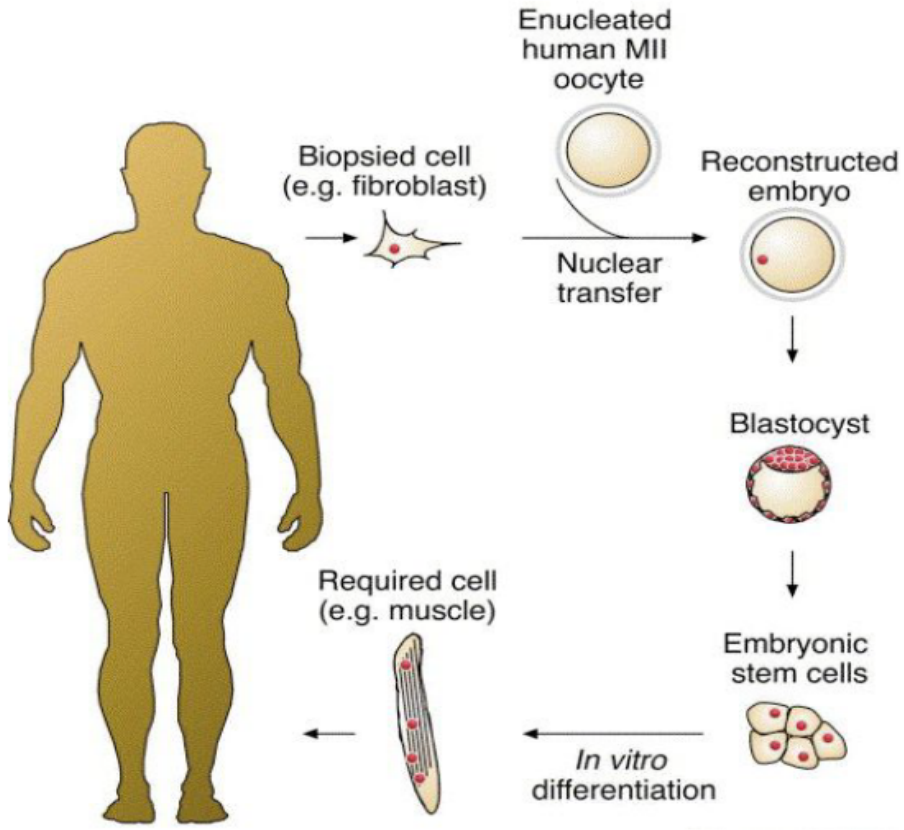


**Figure.5. थेरापीटिक क्लोनिंग**

## 4.2. थेरापीटिक क्लोनिंग की प्रक्रिया

- बीमार व्यक्ति से न्यूक्लियस निकाला जाता है।
- फिर नाभिक को एक सम्मिलित दाता अंडे में डाला जाता है।
- अंडा फिर एक सामान्य निषेचित अंडे की तरह विभाजित होता है और एक भ्रूण बनाता है।
- भ्रूण से स्टेम कोशिकाएं निकाल ली जाती हैं।

- विभिन्न बीमारियों और रोगों के इलाज के लिए इन स्टेम कोशिकाओं से किसी भी प्रकार के ऊतक या अंग को विकसित किया जा सकता है।

### 4.3. फ़ायदे

- थेरापीटिक क्लोनिंग का एक प्रमुख लाभ यह है कि हटाई गई कोशिकाएं प्लुरिपोटेंट होती हैं। प्लुरिपोटेंट कोशिकाएं शरीर में सभी कोशिकाओं को जन्म दे सकती हैं।
    - इसका मतलब यह है कि प्लुरिपोटेंट कोशिकाएं क्षतिग्रस्त और निष्क्रिय कोशिकाओं को प्रतिस्थापित करके संभावित रूप से किसी भी शरीर के अंग या ऊतक में बीमारियों का इलाज कर सकती हैं।
- एक अन्य लाभ यह है कि प्रतिरक्षाविज्ञानी अस्वीकृति का जोखिम कम हो जाता है क्योंकि रोगी की अपनी आनुवंशिक सामग्री का उपयोग किया जाता है।
- इसके अलावा, यह प्रक्रिया वैज्ञानिकों को स्टेम सेल थेरेपी बनाने की अनुमति देगी जो रोगी विशिष्ट हैं और रोगी की चिकित्सा स्थिति से पूरी तरह मेल खाती हैं।
- कुछ बीमारियाँ जिनमें स्टेम सेल प्रत्यारोपण से लाभ हो सकता है वे हैं:
    - **पार्किंसंस रोग –** नष्ट हुई मस्तिष्क कोशिकाओं को स्वस्थ कोशिकाओं से बदलना।
    - **टाइप। मधुमेह** - अग्न्याशय के लिए व्यवहार्य कार्यशील स्टेम कोशिकाएँ प्रदान करना।
    - **रेटिनल रोग** - रेटिना में जो रोग से क्षतिग्रस्त हो गए हैं, उन्हें बदलने के लिए स्टेम कोशिकाओं का प्रत्यारोपण किया जाता है।

### 4.4. संभावित कमियां

- कुछ विशेषज्ञ स्टेम कोशिकाओं और कैंसर कोशिकाओं के बीच आश्चर्यजनक समानताओं को लेकर चिंतित हैं।
- दोनों प्रकार की कोशिकाओं में अनिश्चित काल तक फैलने की क्षमता होती है और कुछ अध्ययनों से पता चलता है कि कोशिका विभाजन के 60 चक्रों के बाद, स्टेम कोशिकाएं उत्परिवर्तन जमा कर सकती हैं जिससे कैंसर हो सकता है।
- इसलिए, यदि स्टेम कोशिकाओं का उपयोग मानव रोग के इलाज के लिए किया जाना है तो स्टेम कोशिकाओं और कैंसर कोशिकाओं के बीच संबंध को अधिक स्पष्ट रूप से समझने की आवश्यकता है।

## 5. स्टेम सेल

### 5.1. स्टेम सेल क्या है?

- स्टेम सेल एक ऐसी कोशिका है जो व्यापक प्रसार में सक्षम है, अधिक स्टेम सेल (स्व-नवीनीकरण) के साथ-साथ अधिक विभेदित सेलुलर संतान का निर्माण करती है।
- वास्तव में, वे भ्रूण कोशिकाओं की एक आबादी हैं, जो लगातार कोशिकाओं का उत्पादन कर रही हैं जो एक वयस्क जीव के भीतर आगे विकास कर सकती हैं।

- स्टेम कोशिकाओं से प्राप्त कोशिकाओं का विकास विभेदित कोशिका प्रकारों को जन्म देता है।
- स्टेम कोशिकाओं में दो मूलभूत विशेषताएं होती हैं:
    - **स्व-नवीकरण** - अविभाजित अवस्था को बनाए रखते हुए कोशिका विभाजन के कई चक्रों से गुजरने की क्षमता।
    - **सामर्थ्य** - विशिष्ट कोशिका प्रकारों में अंतर करने की क्षमता।

### 5.2. स्टेम कोशिकाओं की मुख्य क्षमता प्रकार

स्टेम सेल के प्रकार उनकी पोटेंसी के आधार पर जाने जाते हैं। पोटेंसी का अर्थ है स्टेम सेल की विभेदीकरण क्षमता (विभिन्न प्रकार की कोशिकाओं में अंतर करने की क्षमता)। निम्नलिखित प्रमुख प्रकार की स्टेम कोशिकाओं का वर्णन किया गया है:

- **टोटिपोटेंट स्टेम कोशिकाएँ** भ्रूणीय और बाह्यभ्रूणीय कोशिका प्रकारों में अंतर कर सकती हैं।
    - ऐसी कोशिकाएँ एक पूर्ण, व्यवहार्य जीव का निर्माण कर सकती हैं। ऐसी कोशिकाएँ अधिकतर युग्मनज होती हैं, जो अंडे और शुक्राणु कोशिका के संलयन से उत्पन्न होती हैं। निषेचित अंडे के पहले कुछ विभाजनों द्वारा निर्मित कोशिकाएं भी टोटिपोटेंट होती हैं।
- **प्लुरिपोटेंट स्टेम कोशिकाएं** टोटिपोटेंट कोशिकाओं के वंशज हैं और कई असंबंधित प्रकार की कोशिकाओं में अंतर कर सकती हैं।
- **बहुशक्तिशाली स्टेम कोशिकाएँ** कई कोशिकाओं में विभेदित हो सकती हैं, लेकिन केवल निकट संबंधी कोशिकाओं के परिवार की ही।
- **ओलिगोपोटेंट स्टेम कोशिकाएँ** केवल कुछ कोशिकाओं में विभेदित हो सकती हैं, जैसे कि लिम्फोइड या माइलॉयड स्टेम कोशिकाएँ।
- **यूनीपोटेंट कोशिकाएं** केवल एक ही प्रकार की कोशिका का उत्पादन कर सकती हैं, अपनी स्वयं की, लेकिन उनमें स्व-नवीकरण की संपत्ति होती है जो उन्हें गैर-स्टेम कोशिकाओं (जैसे मांसपेशी स्टेम कोशिकाओं) से अलग करती है।

### 5.3. स्टेम कोशिकाओं की घटना

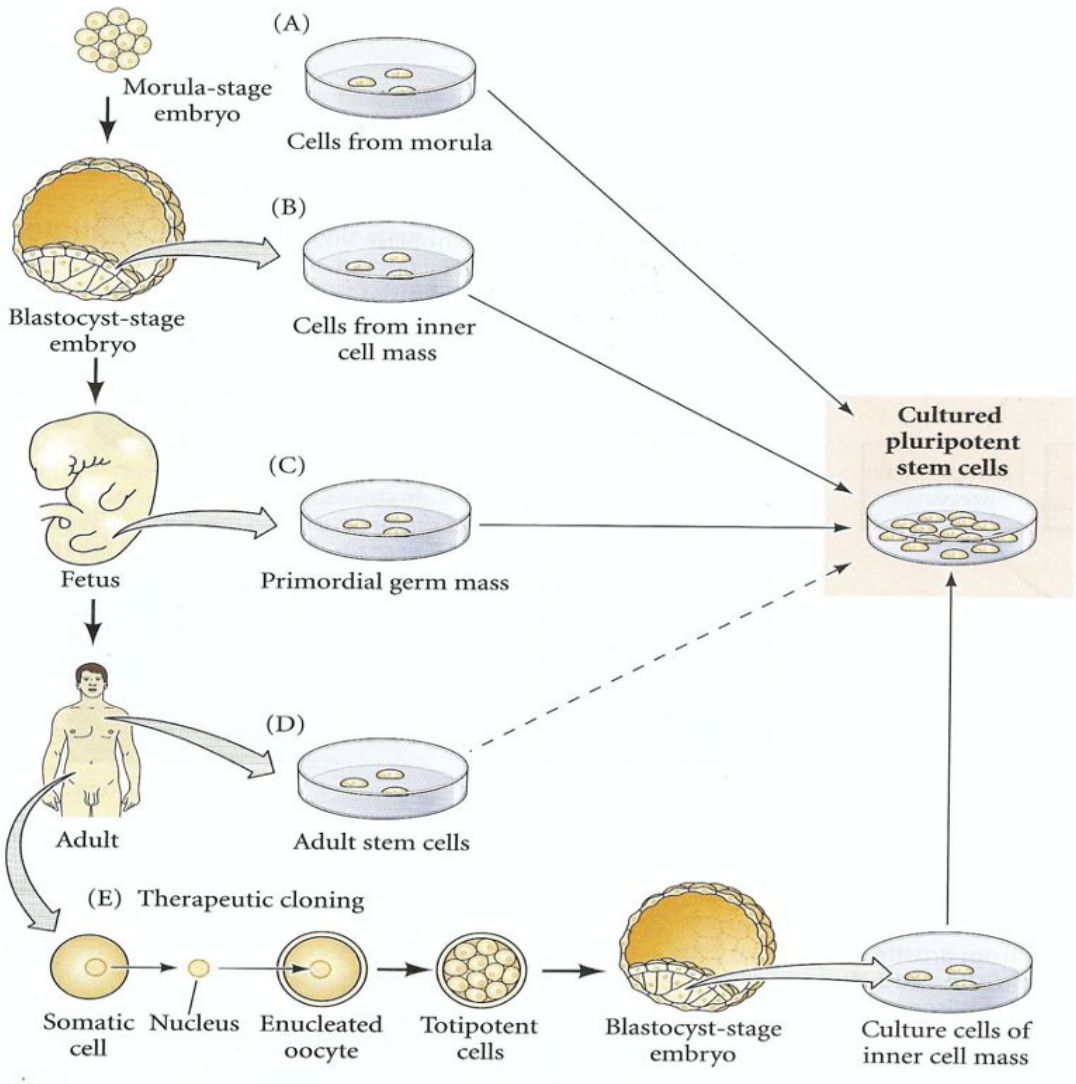


**Figure.6. स्टेम सेल के स्रोत**

स्टेम कोशिकाएं भ्रूण के साथ-साथ वयस्क शरीर में भी पाई जाती हैं। स्टेम कोशिकाओं के महत्वपूर्ण स्रोत इस प्रकार हैं:

- **भ्रूण:** भ्रूण स्टेम कोशिकाएं ब्लास्टोसिस्ट के आंतरिक कोशिका द्रव्यमान से प्राप्त होती हैं। वे बहुशक्तिशाली हैं।
- **भ्रूण:** भ्रूण स्टेम कोशिकाएं मुख्य रूप से स्वचालित रूप से गर्भपात किए गए भ्रूण से प्राप्त रोगाणु कोशिकाओं से प्राप्त होती हैं। भ्रूण के मस्तिष्क में प्लुरिपोटेंट स्टेम कोशिकाएं भी पाई जाती हैं।
- **वयस्क शरीर:** मस्तिष्क और मांसपेशियों के ऊतकों सहित वयस्क शरीर के विभिन्न ऊतकों में स्टेम कोशिकाएं भी कम संख्या में पाई जा सकती हैं।
- **अन्य स्रोत:** स्टेम कोशिकाएँ अन्य स्रोतों से भी प्राप्त की जा सकती हैं, उदाहरण के लिए, नवजात शिशु की गर्भनाल रक्त स्टेम कोशिकाओं का एक स्रोत है।

### 5.4. इंड्यूस्ड प्लुरिपोटेंट स्टेम सेल (Induced Pluripotent Stem Cells-iPS सेल)

- इंड्यूस्ड प्लुरिपोटेंट स्टेम कोशिकाएं एक नए प्रकार की प्लुरिपोटेंट कोशिकाएं हैं जो विशेष कोशिकाओं को जीन को व्यक्त करने के लिए प्रेरित करके बनाई जाती हैं जो सामान्य रूप से भ्रूण स्टेम कोशिकाओं में मौजूद होती हैं और कोशिका कार्यों को नियंत्रित करती हैं।
- भ्रूण स्टेम कोशिकाएं और iPS कोशिकाएं कई विशेषताओं को साझा करती हैं, जिनमें सभी अंगों और ऊतकों की कोशिकाएं बनने की क्षमता भी शामिल है, लेकिन वे समान नहीं हैं।
- iPS कोशिकाएँ अनुसंधान के लिए रोगी और रोग-विशिष्ट कोशिका रेखाएँ बनाने की एक शक्तिशाली विधि हैं। ये वयस्क स्टेम कोशिकाएँ नहीं हैं, बल्कि प्लुरिपोटेंट क्षमताओं वाली पुन: प्रोग्राम की गई कोशिकाएँ हैं।
- iPS कोशिकाएं दवा के विकास और रोगों के मॉडलिंग के लिए उपयोगी उपकरण हैं, और वैज्ञानिकों को प्रत्यारोपण चिकित्सा में उनका उपयोग करने की उम्मीद है।
- **फिजियोलॉजी या मेडिसिन में नोबेल पुरस्कार 2012** संयुक्त रूप से **जॉन बी. गुर्डन और शिन्या यामानाका को इस खोज के लिए** प्रदान किया गया था कि परिपक्व कोशिकाओं को प्लुरिपोटेंट स्टेम सेल बनने के लिए पुन: प्रोग्राम किया जा सकता है।

## 5.5. स्टेम सेल का अनुप्रयोग

### मस्तिष्क रोगों का उपचार

- स्टेम कोशिकाएं पार्किंसंस रोग और अल्जाइमर जैसी बीमारियों का इलाज कर सकती हैं। ये क्षतिग्रस्त मस्तिष्क कोशिकाओं को फिर से भरने में मदद कर सकते हैं।

### बीमारियाँ कैसे होती हैं इसकी समझ बढ़ाना

- स्टेम कोशिकाओं को हड्डियों, हृदय की मांसपेशियों, तंत्रिकाओं और अन्य अंगों और ऊतकों में कोशिकाओं में परिपक्व होते देखकर, शोधकर्ता बेहतर ढंग से समझ सकते हैं कि बीमारियाँ और स्थितियाँ कैसे विकसित होती हैं।

### सुरक्षा और प्रभावशीलता के लिए नई दवाओं का परीक्षण

- लोगों में जांच संबंधी दवाओं का उपयोग करने से पहले, शोधकर्ता दवाओं की सुरक्षा और गुणवत्ता का परीक्षण करने के लिए कुछ प्रकार की स्टेम कोशिकाओं का उपयोग कर सकते हैं।
- इस प्रकार के परीक्षण से सबसे पहले हृदय विषाक्तता परीक्षण के लिए दवा के विकास पर सीधा प्रभाव पड़ने की संभावना है।

### ऊतक पुनर्जनन

- स्टेम कोशिकाओं का उपयोग एक विशिष्ट प्रकार के ऊतक या अंग को विकसित करने के लिए किया जा सकता है। यह किडनी और लिवर ट्रांसप्लांट में मददगार हो सकता है।
- डॉक्टरों ने पहले से ही त्वचा के ऊतकों को विकसित करने के लिए एपिडर्मिस के नीचे से स्टेम कोशिकाओं का उपयोग किया है जो ऊतक ग्राफ्टिंग द्वारा गंभीर जलन या अन्य चोटों की मरम्मत कर सकते हैं।

### रक्त रोग का उपचार

- वयस्क हेमेटोपोएटिक स्टेम कोशिकाओं का उपयोग कैंसर, सिकल सेल एनीमिया और अन्य इम्यूनोडेफिशियेंसी रोगों के इलाज के लिए किया जाता है।
- इन स्टेम कोशिकाओं का उपयोग शरीर में लाल रक्त कोशिकाओं और सफेद रक्त कोशिकाओं के उत्पादन के लिए किया जा सकता है।

### 5.6. स्टेम सेल अनुसंधान के लिए राष्ट्रीय दिशानिर्देश

2017 में, भारत ने स्टेम सेल अनुसंधान के लिए राष्ट्रीय दिशानिर्देशों का मसौदा तैयार किया। यह भारतीय चिकित्सा अनुसंधान परिषद और जैव प्रौद्योगिकी विभाग का एक सहयोगात्मक प्रयास था। दिशानिर्देश इस पर केंद्रित है:

- अनुसंधान की श्रेणियों और हेरफेर के स्तर के आधार पर बुनियादी, नैदानिक अनुसंधान और उत्पाद विकास के लिए निगरानी तंत्र और नियामक मार्ग।
- किसी भी स्टेम सेल लाइन की व्युत्पत्ति और प्रसार, उनकी बैंकिंग और वितरण के लिए युग्मक, भ्रूण और दैहिक कोशिकाओं की खरीद।
- अन्य महत्वपूर्ण क्षेत्र जैसे अंतर्राष्ट्रीय सहयोग, सेल/लाइनों का आदान-प्रदान और हितधारकों के लिए शिक्षा और विज्ञापन।