



Universidad del Desarrollo
Facultad de Ingeniería

CARACTERIZACIÓN DE COMPLICACIONES INMEDIATAS O MEDIANO PLAZO POSTRASPLANTE DE RIÑÓN EN NIÑOS MENORES DE 15 AÑOS

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
ANÁLISIS DE DATOS E INFERENCIA ESTADÍSTICA**

Autores: Leandro Añasco Telleri, Antonio Méndez Leiva y Álvaro Torres Fernández

Docente: Karen Oróstica Tapia

Ayudante: Ariel Van Kilsdonk Munizaga

Fecha: 14 de agosto de 2025

Índice

Resumen.....	3
Introducción.....	4
Metodología.....	6
Resultados.....	8
Discusión.....	16
Referencias.....	19

Resumen

El presente estudio analiza las complicaciones postoperatorias inmediatas y a mediano plazo en pacientes pediátricos menores de 15 años sometidos a trasplante renal en Chile, utilizando datos del sistema de Grupos Relacionados por Diagnóstico (GRD) correspondientes al período 2019–2023. Se desarrolló un estudio observacional, retrospectivo y analítico, basado en el preprocesamiento y análisis de bases de datos públicas provistas por el Ministerio de Salud. La muestra incluyó todos los casos identificados mediante códigos de procedimiento CIE-9-CM asociados a trasplante renal, integrando variables demográficas, clínicas y geográficas.

Mediante análisis exploratorio de datos y pruebas estadísticas, se identificó el conjunto de diagnósticos más frecuentes (top 6) y se evaluó su distribución según grupo etario, sexo y región, complementando con un modelo de regresión lineal multivariada para explorar asociaciones predictivas. Los resultados mostraron que el grupo etario de 10–12 años presentó un mayor número de diagnósticos top 6 en la primera hospitalización postrasplante, mientras que las variables sexo y región no demostraron una asociación estadísticamente significativa. El modelo presentó un R^2 ajustado de 0,089, lo que sugiere una capacidad explicativa limitada y destaca la influencia de otros factores no evaluados.

Los hallazgos evidencian la necesidad de un monitoreo diferenciado según grupo etario y refuerzan la importancia de contar con registros clínicos consolidados que permitan caracterizar las complicaciones de manera más precisa. Esta información puede orientar la optimización de protocolos de seguimiento, mejorar la sobrevida y calidad de vida de los pacientes pediátricos trasplantados y contribuir a la eficiencia en el uso de recursos del sistema de salud.

Palabras clave: trasplante renal pediátrico, complicaciones postoperatorias, GRD

Introducción

El trasplante renal pediátrico es reconocido como la terapia óptima para niños con enfermedad renal crónica (ERC), pues no solo prolonga la supervivencia del paciente y del injerto, sino que también mejora significativamente su calidad de vida y permite la rehabilitación integral del niño (Fine & Tejani, 1987; Browndridge & Fielding, 1991; Morel et al., 1991; Potter et al., 1991; Potter, 1994).

Estudios en Chile confirman que la sobrevida de los pacientes pediátricos trasplantados es elevada, siendo superior al 90% a 5 años postrasplante y con baja mortalidad (Cano et al., 2001). Además, el trasplante renal se considera la mejor alternativa para los menores con enfermedad renal, al restablecer una fisiología más normal que favorece su crecimiento, desarrollo neurocognitivo y participación social (Sociedad Chilena de Nefrología, 2016).

La relevancia de la ERC pediátrica trasciende el ámbito clínico, dado su alto impacto en salud pública y gasto sanitario. En Chile, la ERC terminal se reconoce como un problema prioritario, siendo la patología N°1 del Sistema de Garantías Explícitas en Salud (GES) (Superintendencia de Salud, s. f.).

Las cifras nacionales evidencian el enorme costo público involucrado: el Estado puede invertir más de 180 mil millones de pesos chilenos al año en tratar a pacientes con ERC avanzada, con aproximadamente 18 mil personas en diálisis crónica (Hospital Regional Dr. Leonardo Guzmán, 2018). En términos proporcionales, el tratamiento de la insuficiencia renal crónica avanzada ocupa alrededor del 10% de los fondos totales del programa GES (Maiza, 2017), a pesar de que este programa cubre decenas de enfermedades prioritarias.

Según la *Guía Clínica de Insuficiencia Renal Crónica Terminal* del Ministerio de Salud, la magnitud del problema ya era patente a comienzos de la década de 2000: en 2003 se registraban 10.400 personas en hemodiálisis, lo que equivale a 648 pacientes por millón de habitantes. Ese mismo año la tasa de trasplantes renales alcanzó apenas 17,4 por millón, con solo 312 procedimientos realizados y una lista de espera de 1.019 pacientes. Además, el sistema mostraba una marcada centralización, ya que de los 20 centros autorizados para trasplante renal, únicamente tres hospitales públicos de la Región Metropolitana—Luis Calvo Mackenna, Exequiel González Cortés y San Juan de Dios—atendían casos pediátricos (DIPRECE, 2005).

Estas estadísticas explican por qué la ERC es considerada un desafío crítico para el sistema sanitario chileno, demandando una cantidad sustancial de recursos de FONASA y generando preocupación por su sostenibilidad a largo plazo. Ante estos costos elevados y el creciente número de pacientes con daño renal, las autoridades sanitarias han implementado estrategias de prevención y detección precoz para frenar la progresión de la enfermedad.

En 2010, por ejemplo, el Ministerio de Salud incorporó la “Prevención del Daño Renal Avanzado” como la patología GES N° 64, enfocándose en controlar factores de riesgo como diabetes e hipertensión en etapas tempranas. Asimismo, programas como el Renopreven® han promovido el apoyo telemédico a la atención primaria para mejorar el manejo de pacientes con ERC inicial, buscando reducir en 10% la entrada de nuevos pacientes a

diálisis y con ello lograr ahorros del orden del 50% del gasto actual a largo plazo (Maiza, 2017).

Aunque estas iniciativas no han logrado aún disminuir la prevalencia de la ERC, sí reflejan la urgencia de innovar en la gestión de esta enfermedad. Identificar tempranamente complicaciones y factores de mal pronóstico en la población pediátrica resulta esencial para orientar intervenciones precoces que mejoren los resultados clínicos y, en consecuencia, eviten costos futuros al sistema de salud.

En este contexto, disponer de información detallada y sistematizada sobre las complicaciones postoperatorias inmediatas y a mediano plazo en trasplante renal pediátrico podría ayudar a optimizar los protocolos de seguimiento, focalizar recursos en las áreas de mayor riesgo y diseñar estrategias que prolonguen la supervivencia del injerto y del paciente, reduciendo la necesidad de reintervenciones o tratamientos costosos.

Por otra parte, es importante considerar la realidad específica de los trasplantes renales pediátricos en Chile. La mayoría de los niños con insuficiencia renal terminal llegan al trasplante debido a causas congénitas o hereditarias (como malformaciones del tracto urinario y displasias renales, conocidas en conjunto como CAKUT) más que por enfermedades adquiridas típicas del adulto (DPCE Center, s. f.).

Sin embargo, la baja disponibilidad de órganos sigue siendo una limitante mayor: la tasa de donación efectiva en Chile se ha mantenido alrededor de 8 a 10 donantes por millón de habitantes en los últimos años, muy por debajo de países desarrollados (40 a 50 por millón de habitantes) (Aliaga, 2023). Esto se traduce en largas listas de espera y en que solo una fracción de los pacientes logra ser trasplantada oportunamente.

En el caso pediátrico, la escasez de donantes infantiles implica que la mayoría de los injertos provenga de donantes adultos, lo que conlleva desafíos técnicos significativos debido a la diferencia de tamaño anatómico entre donante y receptor. Por otro lado, nuestra centralización geográfica sugiere posibles brechas en el acceso fuera de la Región Metropolitana de Santiago. A ello se suma la limitada disponibilidad de registros clínicos integrados a nivel nacional, lo que dificulta una caracterización precisa de las complicaciones postrasplante en la población pediátrica y resalta la necesidad de contar con datos consolidados para orientar adecuadamente las políticas de salud.

Considerando lo anterior, surge la necesidad de responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las complicaciones inmediatas y a mediano plazo más frecuentes posteriores a un trasplante de riñón en niños menores de 15 años, según los registros del sistema GRD (Grupos Relacionados por Diagnóstico) en Chile entre 2019 y 2023? Este estudio también buscará dilucidar si existen diferencias en el perfil de complicaciones postrasplante según características demográficas y cómo se distribuyen geográficamente los trasplantes renales pediátricos y sus complicaciones en Chile, evaluando variaciones en el número de casos y complicaciones a lo largo del período 2019–2023.

La información resultante será invaluable, ya que permitirá dimensionar el problema con evidencia local. Con ello se podrán diseñar intervenciones efectivas, optimizar los protocolos de seguimiento postrasplante e implementar estrategias tempranas que mitiguen

complicaciones, mejorando la supervivencia y calidad de vida de estos niños y, en última instancia, reduciendo la carga financiera que implica su cuidado para el sistema público de salud.

Metodología

El estudio tuvo un diseño observacional, retrospectivo y analítico basado en revisión bibliográfica. Los datos provinieron de diversas fuentes oficiales, entre ellas FONASA, y fueron procesados utilizando herramientas como Python con las librerías pandas para el manejo de datos tabulares.

En la etapa de preprocesamiento, se realizó la selección de columnas por año, considerando variables demográficas (sexo, región y edad), clínicas (diagnósticos 1–20 y procedimientos 1–20) y de fechas (ingreso y alta hospitalaria). Posteriormente, los datos se unificaron por año y se normalizaron los nombres de columnas y los formatos de fecha. Se aplicaron filtros para incluir solo pacientes con edad al ingreso menor a 15 años, identificar trasplantes por códigos CIE-9-CM 55.6, 55.61 y 55.69 en los campos de procedimientos 1–20, y asignar la fecha de ingreso como fecha del trasplante. Durante la limpieza y construcción de variables, se transformaron y normalizaron los tipos de datos, se eliminaron registros erróneos y se calculó la duración de la hospitalización.

En el análisis exploratorio de datos (EDA), se emplearon pandas, NumPy, matplotlib y seaborn para representar gráficamente la cantidad de pacientes trasplantados por región y año, la distribución de edades, la distribución por grupo etario, los seis diagnósticos más frecuentes, su evolución anual entre 2019 y 2023, la distribución de días de hospitalización y la cantidad de diagnósticos top 6 por plazo. Además, se visualizó la distribución de diagnósticos top 6 por grupo etario y se compararon patrones entre categorías.

Para el análisis estadístico se utilizaron matplotlib, seaborn, SciPy y Python. Se realizaron pruebas estadísticas para comparar pacientes únicos con diagnósticos top 6 según año y plazo, aplicando primero una prueba de normalidad Shapiro–Wilk ($\alpha = 0,05$). Dado que no se rechazó la hipótesis de normalidad ($p > 0,05$), se procedió a un análisis de varianza (ANOVA) de una vía.

Finalmente, se llevó a cabo una regresión lineal multivariada con errores estándar robustos (HC1) empleando pandas, NumPy, statsmodels y Python. Las covariables incluidas fueron sexo, grupo etario y región, utilizando como categorías de referencia mujer, grupo etario 0–6 años y región Metropolitana.

A continuación, se presenta en la figura 1 la metodología aplicada en este estudio:

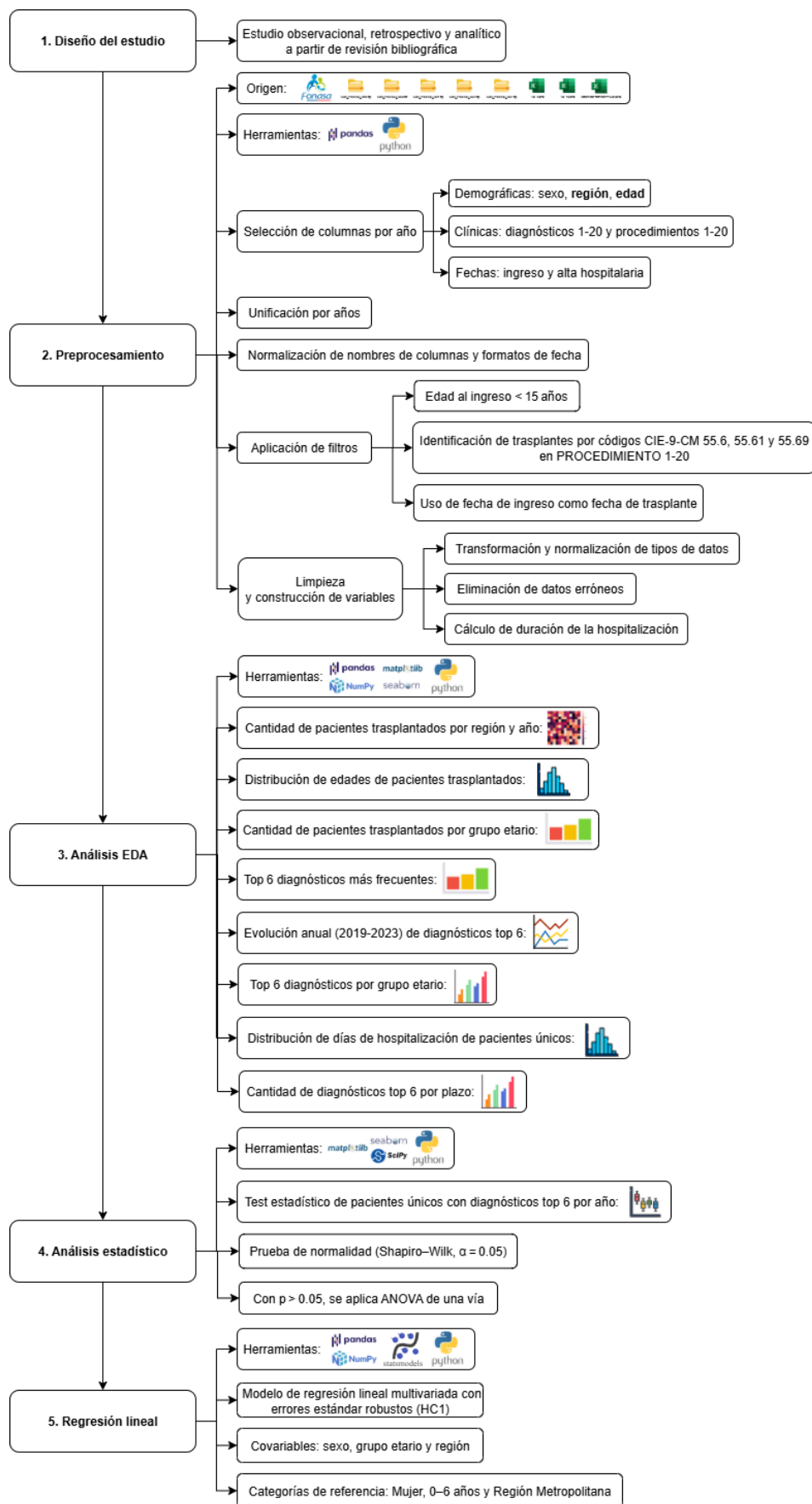


Figura 1. Metodología empleada en el estudio de investigación.

Resultados

Del total de registros hospitalarios que incluyen un trasplante renal y sus atenciones subsecuentes entre los años 2019-2023, se identificaron 2.212 registros correspondientes a 969 pacientes con ≥ 1 trasplante renal. Al filtrar por edad al ingreso < 15 años, se obtuvieron 321 registros pediátricos. Para los análisis por persona (primer trasplante por paciente), la muestra pediátrica incluyó $N = 93$. Por lo tanto, se identificaron 93 casos correspondientes a pacientes menores de 15 años, los cuales constituyen alrededor del 9% de todos los trasplantes renales realizados en Chile en esos años. La distribución por sexo fue ligeramente sesgada hacia los hombres (52 casos, 55.9%) en comparación con las mujeres (41 casos, 44.1%). La edad promedio de los pacientes al momento del trasplante fue de aproximadamente 9 años (rango de 1 a 14 años), con una representación importante de niños en edad escolar y preadolescente. En términos de tendencia temporal, se observó que el número anual de trasplantes pediátricos disminuyó drásticamente en 2020, con solo 15 casos, en comparación con los 30 casos del 2019. En 2021 y 2022 las cifras se recuperaron parcialmente (20 trasplantes cada año), pero sin alcanzar el nivel inicial de 2019. Esta caída en 2020 coincide con la primera ola de la pandemia COVID-19, periodo durante el cual muchos programas redujeron temporalmente la actividad de trasplante electivo. Por último, en 2023 se contabilizaron apenas 7 casos.

Geográficamente, los trasplantes renales pediátricos se concentraron en unas pocas regiones del país. Más del 40% de los casos se registraron en la Región Metropolitana, lo que refleja la centralización de los servicios de trasplante pediátrico en el principal centro urbano, además de la gran cantidad de población que se concentra. Otras regiones con aportes significativos fueron Valparaíso, Maule, Biobío y Los Lagos, aunque cada una contribuyendo con una proporción mucho menor (del 5%–10% de los casos cada una). Varias regiones no reportaron ningún trasplante pediátrico en el periodo. La figura 1 ilustra la distribución regional de los casos por año, destacando que en cada año la Región Metropolitana abarca la mayor parte de los trasplantes (por ejemplo, 56.6% en 2019), seguida de contribuciones variables de otras regiones. Esta concentración sugiere que los pacientes de regiones periféricas probablemente debieron trasladarse a centros especializados en Santiago u otras ciudades con programas activos de trasplante.

A continuación, se expone en la figura 2 la cantidad de pacientes pediátricos trasplantados por región y año:

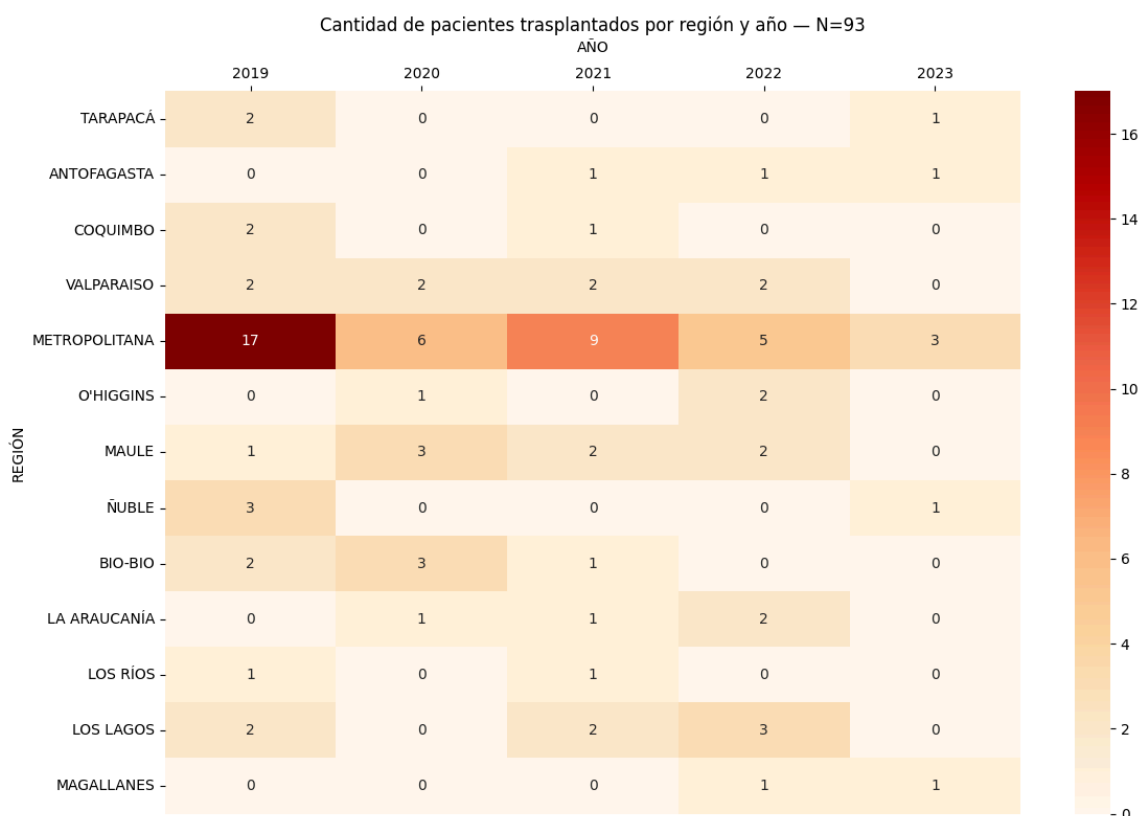


Figura 2. Cantidad de pacientes pediátricos trasplantados por región y año.

La distribución por sexo en los 321 registros pediátricos fue equilibrada: Hombres = 162 y Mujeres = 159. En cuanto a las edades al momento de realizarse el trasplante (N=93), la mediana fue 9,97 años (P25 = 6,31; P75 = 12,86). Al agrupar por tramos etarios (0–6, 7–9, 10–12 y 13–14), la distribución fue: [0–6]: 28 pacientes (30,1%), [7–9]: 19 pacientes (20,4%), [10–12]: 24 pacientes (25,8%) y [13–14]: 22 pacientes (23,7%).

A continuación, se muestra en la figura 3 la distribución de edades de pacientes trasplantados menores a 15 años:

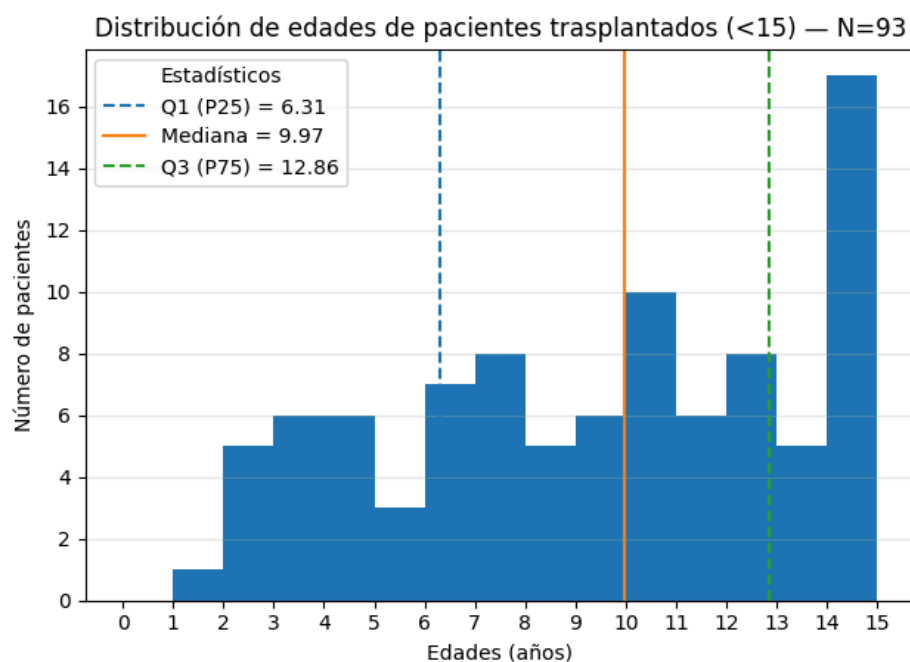


Figura 3. Distribución de edades de pacientes trasplantados (<15 años).

A continuación, se observa en la figura 4 la cantidad de pacientes trasplantados por grupo etario:

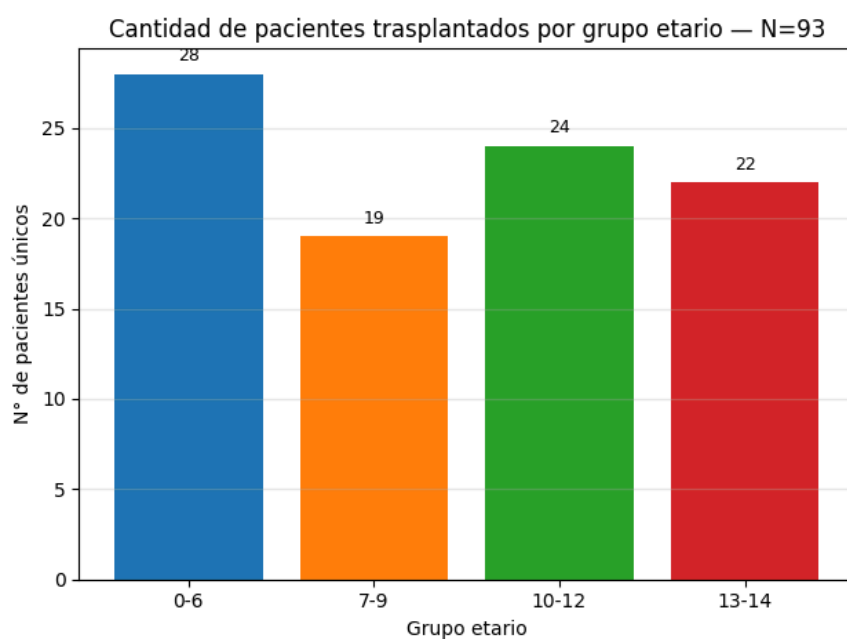


Figura 4. Cantidad de pacientes trasplantados por grupo etario.

Al considerar los 20 campos de diagnóstico de cada episodio (DIAGNOSTICO1–20), los seis diagnósticos/complicaciones más frecuentes en la muestra pediátrica fueron:

1. **I15.1** (Hipertensión secundaria a otros trastornos renales)
2. **Y83.0** (Operación quirúrgica con trasplante de un órgano completo)
3. **T86.1** (Falla y rechazo de trasplante de riñón)

4. **E46** (Desnutrición proteicocalórica, no especificada)
5. **N39.0** (Infección de vías urinarias, sitio no especificado)
6. **N25.8** (Otros trastornos por función tubular alterada).

- El diagnóstico más frecuente, presente en 76 de los 93 pacientes (81.7%), fue Hipertensión secundaria a otros trastornos renales (I15.1), reflejando que aproximadamente 8 de cada 10 niños trasplantados padecía hipertensión arterial secundaria a su nefropatía.
- En segundo lugar, tenemos la inclusión del código “Operación quirúrgica con trasplante de un órgano completo, como causa de efectos adversos” (Y83.0) en 74 casos (79,5%).
- En tercer lugar, se observó “Falla y rechazo de trasplante de riñón” (T86.1) en 71 pacientes (76,3%).
- El cuarto diagnóstico más frecuente fue “Desnutrición proteico-calórica, no especificada” (E46), presente en 35 casos (37,6%).
- Finalmente, “Otros trastornos resultantes de la función tubular renal alterada” (N25.8) se presentó en 20 pacientes (21,5%).

A continuación, se puede observar en la figura 5 el top 6 de diagnósticos más frecuentes en menores de 15 años:

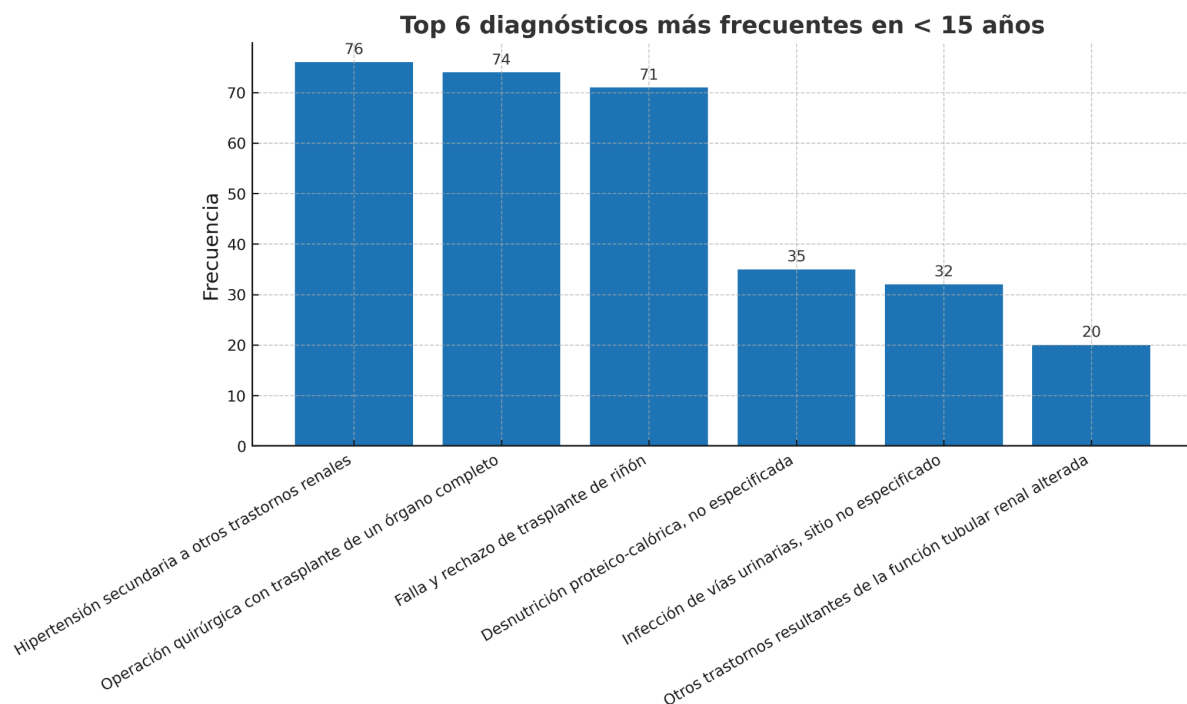


Figura 5. Top 6 diagnósticos más frecuentes en <15 años.

La evolución anual (2019–2023) de estos seis diagnósticos muestra un máximo en 2020 para las categorías vinculadas a hipertensión secundaria (I15.1), acto quirúrgico de trasplante (Y83.0) y rechazo/falla del injerto (T86.1), con un descenso posterior y niveles más estables hacia 2022–2023.

A continuación, se muestra en la figura 6 la evolución anual entre 2019 y 2023 del top 6 de diagnósticos en pacientes menores a 15 años:

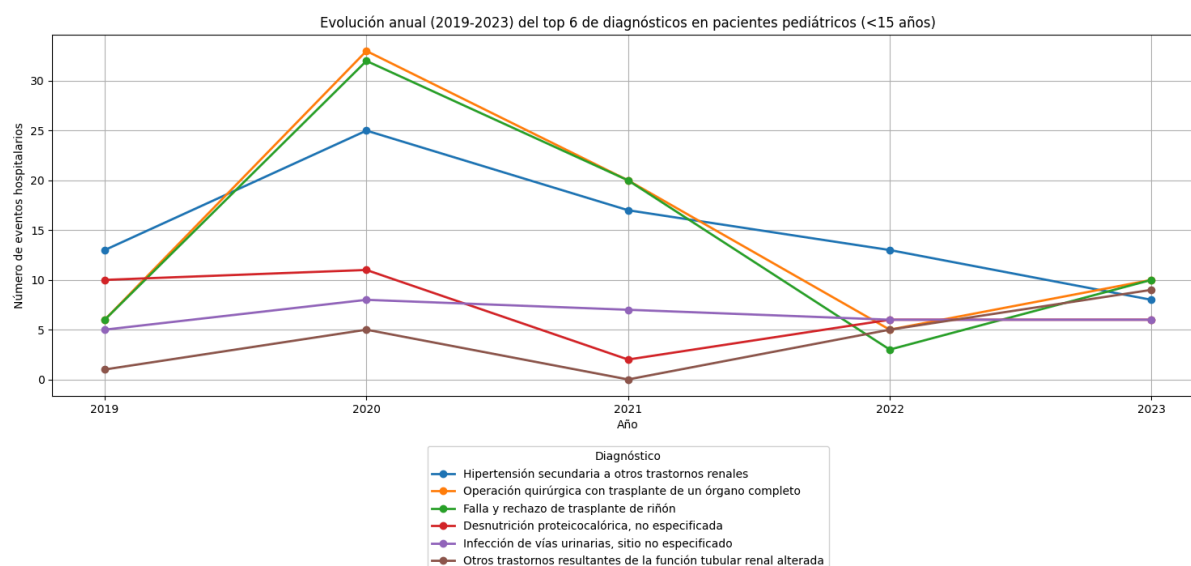


Figura 6. Evolución anual (2019-2023) del top 6 de diagnósticos en pacientes pediátricos.

Al resumir el número de pacientes únicos (N=93) asociados a diagnósticos top 6 por año, la matriz anual 2019–2023 no evidenció cambios estadísticamente significativos: Shapiro–Wilk sobre los totales por año $p = 0,8306$ (supuesto de normalidad cumplido) y ANOVA de una vía $p = 0,4854$, por lo que no se detectaron diferencias significativas entre años.

A continuación, se expone en la figura 7 la distribución de pacientes únicos con diagnósticos top 6 por año:

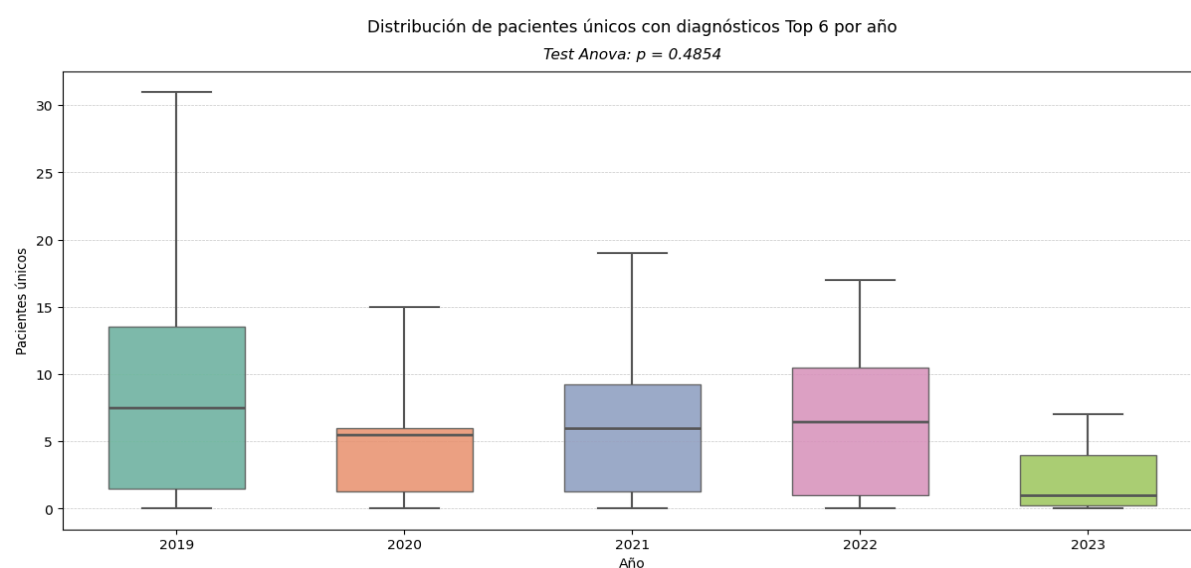


Figura 7. Distribución de pacientes únicos con diagnósticos top 6 por año.

Al cruzar los top 6 diagnósticos con los grupos etarios (0–6, 7–9, 10–12, 13–14), se aprecia que Hipertensión secundaria a otros trastornos renales e Operación quirúrgica con trasplante de un órgano completo, se distribuyen de forma relativamente uniforme entre tramos, con ligero predominio en 10–12 y 13–14; Falla y rechazo de trasplante de riñón se concentra en 10–12 y 13–14; mientras Desnutrición proteicocalórica, no especificada y Otros trastornos por función tubular alterada muestran bajos recuentos en todos los grupos.

A continuación, se puede observar en la figura 8 la distribución de diagnósticos top 6 por grupo etario para pacientes únicos:

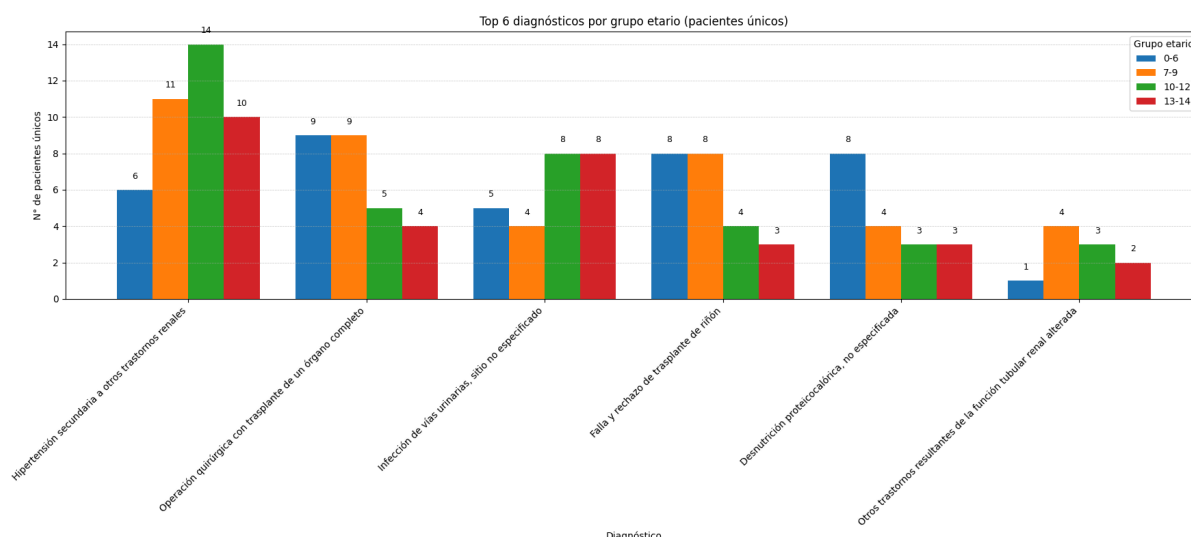


Figura 8. Top 6 diagnósticos por grupo etario para pacientes únicos.

En la primera hospitalización por paciente, la duración evidenció que 50,0% de los casos se clasifica como “Corto plazo”, 35,9% como “Mediano plazo” y 14,1% como “Largo plazo”

A continuación, se presenta en la figura 9 la distribución de días de hospitalización de pacientes únicos:

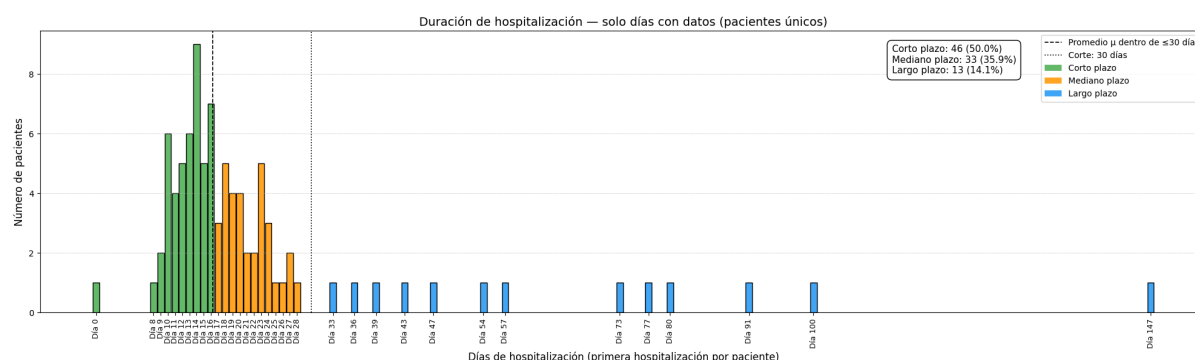


Figura 9. Duración de hospitalización de pacientes únicos.

A nivel descriptivo, el desglose por diagnóstico–plazo indica que Hipertensión secundaria a otros trastornos renales e Infección de vías urinarias, sitio no especificado tienden a

concentrarse en Corto/Mediano, Desnutrición proteicocalórica, no especificada tiene pocos casos en Largo, y Falla y rechazo de trasplante de riñón presenta recuentos similares entre Mediano y Largo.

A continuación, se observa en la figura 10 la cantidad de diagnósticos top 6 por plazo:

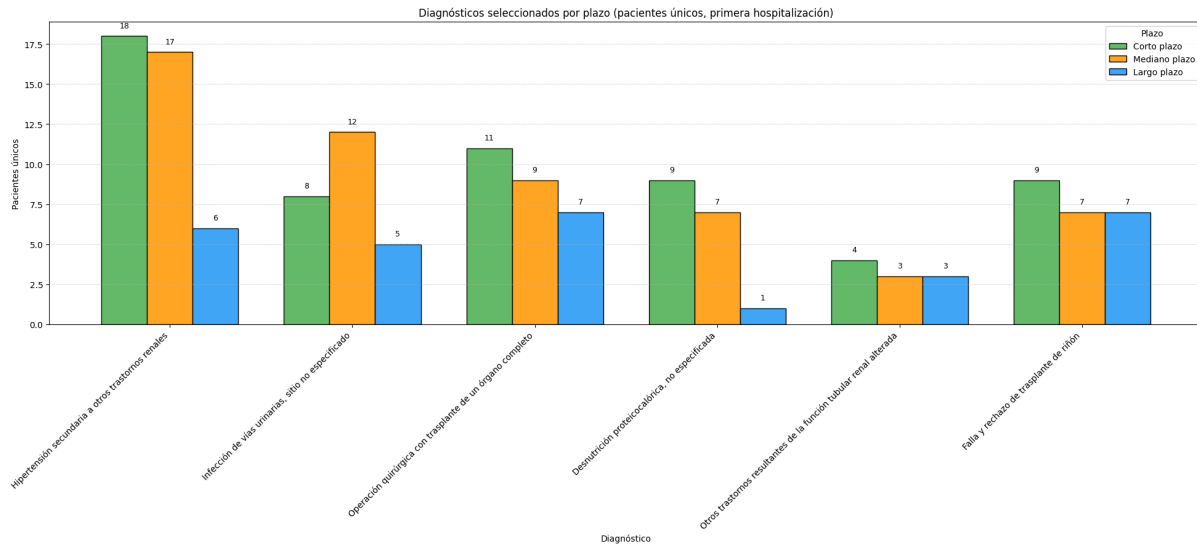


Figura 10. Diagnósticos seleccionados por plazo para pacientes únicos por primera hospitalización.

Se ajustó un modelo de regresión lineal multivariada (OLS) con errores estándar robustos (HC1) para explicar el número de diagnósticos top 6 distintos consignados en la primera hospitalización post-trasplante por paciente ($Y \in [0,6]$). Se incluyeron como covariables el sexo, el grupo etario (0–6; 7–9; 10–12; 13–14) y la región. Las categorías de referencia fueron Mujer, 0–6 años y Región Metropolitana. El análisis se realizó sobre $N = 93$ pacientes únicos.

El modelo resultó globalmente significativo ($F(16,76)=1,98$; $p=0,025$), con $R^2=0,248$ y R^2 ajustado=0,089, lo que indica capacidad explicativa modesta tras penalizar por el número de predictores (Tabla 1).

Predictora	β	EE (HC1)	p
Intercepto	0,464	0,243	0,057
Sexo: Hombre	-0,113	0,244	0,642
Grupo etario 7-9 años	0,389	0,330	0,239
Grupo etario 10-12 años	0,845	0,339	0,013
Grupo etario 13-14 años	-0,280	0,241	0,247
Región: Tarapacá	-0,699	0,446	0,117
Región: Antofagasta	-0,059	0,264	0,825
Región: Coquimbo	0,723	0,478	0,130
Región: Valparaíso	0,705	0,461	0,127
Región: O'Higgins	0,961	0,490	0,083
Región: Maule	0,402	0,448	0,373
Región: Ñuble	1,226	0,917	0,181
Región: Biobío	0,135	0,455	0,767
Región: La Araucanía	-1,253	0,471	0,009
Región: Los Ríos	0,490	0,462	0,289
Región: Los Lagos	-0,256	0,411	0,533
Región: Magallanes	-0,469	0,262	0,074

Tabla 1. Regresión OLS del número de diagnósticos top 6 distintos en la primera hospitalización por paciente (N=93). Errores estándar robustos (HC1). Referencias: Mujer, 0–6 años, Región Metropolitana. Resumen del modelo: $R^2 = 0,248$; R^2 ajustado = 0,089; $F(16,76) = 1,981$; p (global) = 0,025.

En cuanto a los efectos individuales:

- **Grupo etario 10–12 años:** coeficiente $\beta \approx 0,845$ ($p=0,013$, IC95% $\sim 0,18$ a $1,51$). Controlando por sexo y región, estos pacientes presentan aproximadamente 0,85 diagnósticos top 6 distintos adicionales en promedio respecto de 0–6 años.
- **Grupo etario 7–9 años** ($\beta \approx 0,389$; $p=0,239$) y 13–14 ($\beta \approx -0,280$; $p=0,247$): no significativos.
- **Sexo (hombre vs. mujer):** no se observó asociación ($\beta \approx -0,113$; $p=0,642$).
- **Regiones:** no hubo diferencias concluyentes respecto de Metropolitana al 5%; algunos coeficientes fueron marginales ($p \approx 0,07$ – $0,09$), compatibles con tamaños

muestrales pequeños por región e intervalos de confianza amplios.

En conjunto, los resultados sugieren que la edad 10–12 años es el principal predictor del conteo de diagnósticos top 6 en la primera hospitalización, mientras que sexo y región no muestran efectos consistentes en este modelo.

Discusión

El presente análisis destaca una diferencia etaria significativa en la complejidad clínica inmediata tras el trasplante renal pediátrico. En particular, los niños de 10–12 años presentaron un número mayor de diagnósticos distintos (dentro del top 6) durante su primera hospitalización postrasplante en comparación con los menores de 6 años. Esto sugiere que los pacientes de mayor edad enfrentan un curso postoperatorio más complejo, con múltiples complicaciones concurrentes o secuenciales desde el inicio. Este hallazgo concuerda con observaciones internacionales que describen mayores desafíos inmunológicos en niños mayores y adolescentes: por ejemplo, datos de registros europeos muestran que los receptores adolescentes presentan tasas más elevadas de rechazo agudo en el primer año postrasplante (cerca del 29% en adolescentes vs. 19% en lactantes) y una mayor frecuencia de rechazos recurrentes, atribuible a una respuesta inmune más vigorosa o a dificultades en el cumplimiento terapéutico propias de la adolescencia. En cambio, los pacientes más pequeños tienden a sufrir más infecciones tempranas (hasta aproximadamente 80% de incidencia en lactantes vs. aproximadamente 55% en adolescentes durante los primeros dos años), reflejando su inmunidad inmadura y la intensa inmunosupresión necesaria en estos casos (Baghai Arassi et al., 2024). Estas diferencias etarias en el perfil de complicaciones podrían explicar nuestros resultados: los niños mayores acumulan más diagnósticos diversos, mientras que los más pequeños suelen presentar eventos más acotados (por ejemplo, infecciones aisladas) durante cada hospitalización inicial.

Diversos factores podrían subyacer a la mayor complejidad observada en el grupo de 10–12 años. La etiología de la enfermedad renal terminal difiere según la edad y podría influir en las complicaciones postrasplante. En Chile, la mayoría de los trasplantes en niños pequeños se realiza por malformaciones congénitas del riñón o vías urinarias (nefropatía por reflujo, displasia/hipoplasia renal, etc.), las cuales constituyen casi la mitad de los casos pediátricos. En cambio, los niños mayores tienen con mayor frecuencia enfermedades glomerulares adquiridas como causa de su insuficiencia renal (Laboratorios Bagó, s. f.). Estas patologías glomerulares pueden comportar un riesgo de recurrencia postrasplante o indicar un sistema inmune más activo, lo que podría conducir a múltiples complicaciones clínicas tempranas. Por otra parte, las anomalías congénitas propias de los menores suelen asociarse a complicaciones específicas, pero no necesariamente a un espectro tan amplio de diagnósticos en un solo evento. Así, la distribución etaria de las causas de enfermedad renal puede modular el tipo y número de complicaciones postoperatorias que vemos en cada grupo de edad, fenómeno respaldado por la literatura clínica nacional e internacional.

Otro hallazgo de nuestro estudio fue la ausencia de influencia significativa del sexo del paciente o de la región geográfica en la complejidad diagnóstica postrasplante. Ni el género ni el origen regional mostraron asociación estadísticamente significativa con el número de

diagnósticos en la primera hospitalización. Esto coincide con reportes previos que, en general, no encuentran diferencias importantes por sexo en los resultados del trasplante renal pediátrico. Tanto niñas como niños trasplantados tienden a lograr supervivencias de injerto similares bajo protocolos equivalentes de inmunosupresión. Cabe mencionar que algunos estudios de muestras más grandes han señalado ocasionalmente discrepancias por sexo a más largo plazo –por ejemplo, peor sobrevida del injerto en adolescentes de sexo femenino en ciertos contextos (Bobanga et al., 2015)–; sin embargo, dichas diferencias podrían deberse a factores sociocomportamentales (como adherencia al tratamiento) o inmunológicos específicos, y no se evidenciaron en nuestra muestra temprana. Respecto a la variable región, la falta de variación puede indicar que la atención postrasplante pediátrica en Chile está bastante estandarizada a nivel nacional, con protocolos de manejo homogéneos en los centros especializados. En nuestro país, los trasplantes renales pediátricos se concentran en unos pocos centros de referencia, lo que probablemente iguala la calidad de los cuidados independientemente de la procedencia del paciente. Por lo tanto, la baja significancia de sexo y región en el modelo sugiere que, al menos en el periodo inicial postrasplante, el desenlace clínico está más influido por factores individuales (como la edad y condición clínica) que por diferencias demográficas.

Es importante resaltar que el poder explicativo de nuestro modelo estadístico fue limitado. El R^2 ajustado de 0,089 indica que solo alrededor del 9% de la variabilidad en el número de diagnósticos postrasplante fue explicado por las variables incluidas. En otras palabras, existen numerosos factores no capturados en el análisis que inciden en la complejidad clínica postoperatoria. Esto no resulta sorprendente dado que la evolución postrasplante es multifactorial (Verghese, 2017). Estudios internacionales subrayan que los resultados pediátricos dependen de una constelación de elementos: características del donante, estado clínico pretrasplante, régimen de inmunosupresión empleado y sus niveles terapéuticos, presencia de infecciones oportunistas, y especialmente la adherencia al tratamiento inmunosupresor por parte del paciente y su familia. Por ejemplo, la no adherencia en adolescentes se ha identificado repetidamente como una de las principales causas de pérdida de injerto tanto en Chile como internacionalmente, factor que nuestro modelo no podía cuantificar directamente. Asimismo, la recurrencia de la enfermedad de base puede comprometer el injerto tempranamente en algunos casos (Laboratorios Bagó, s. f.). La baja R^2 obtenida, por ende, refuerza la noción de que los resultados postrasplante pediátricos no dependen de un único factor fácilmente medible, sino de la interacción compleja de muchos determinantes clínicos y sociales. Esto sugiere la necesidad de ampliar futuros modelos con más variables clínicas (por ejemplo, adherencia, régimen inmunosupresor, etiología de la nefropatía, etc.) y quizá datos multicéntricos para mejorar la capacidad predictiva.

Desde una perspectiva clínica, nuestros hallazgos resaltan la importancia de la detección precoz y el manejo proactivo de las complicaciones múltiples en el periodo postoperatorio inmediato, especialmente en pacientes de mayor riesgo como los preadolescentes. Identificar tempranamente la presencia de varios diagnósticos concurrentes –por ejemplo, un episodio de rechazo agudo junto con una infección incipiente– puede ser crítico para guiar intervenciones oportunas. Las guías clínicas internacionales enfatizan un seguimiento estrecho tras el trasplante renal pediátrico, con evaluaciones clínicas y de laboratorio frecuentes para reconocer problemas antes de que progresen. En la práctica, esto incluye monitoreo riguroso de la función del injerto, niveles de fármacos inmunosupresores, y

tamizaje de infecciones, además de biopsias de vigilancia en algunos centros para detectar rechazo subclínico. La literatura muestra que en la era actual el principal motivo de morbilidad e incluso mortalidad en trasplante pediátrico son las infecciones oportunistas (ej. virales), las cuales han superado al rechazo agudo como causa de hospitalización en muchos lugares. Esto es consecuencia directa de una inmunosupresión más eficaz: las mejoras en los esquemas terapéuticos han reducido drásticamente las tasas de rechazo agudo (de cerca del 80% en los inicios de la transplantología a ~10% en la actualidad) (Verghese, 2017), pero a costa de mayor susceptibilidad infecciosa. Por tanto, un abordaje de manejo equilibrado es imprescindible. Nuestros datos, junto con series chilenas previas, ilustran este delicado balance: por ejemplo, la introducción de anticuerpos monoclonales anti-IL2 (basiliximab) y micofenolato en esquemas pediátricos logró disminuir la incidencia de rechazo agudo de 40% a 8%, al comparar muestras antes y después de 2001, pero simultáneamente la infección por CMV casi se duplicó (de 19% a 40%) en esos pacientes (Verghese, 2017). Estos resultados refuerzan la necesidad de una vigilancia multidisciplinaria. Un equipo tratante que incluya nefrólogos pediátricos, infectólogos, enfermeras especializadas y apoyo psicosocial puede identificar más rápidamente signos de complicación e iniciar intervenciones dirigidas.

Finalmente, al poner nuestros hallazgos en contexto, es alentador observar que los resultados globales del trasplante renal pediátrico en Chile son comparables a los reportados internacionalmente (Cano et al., 2001). La sobrevida del paciente pediátrico trasplantado supera el 95% a 3 años en series contemporáneas (Verghese, 2017), y la sobrevida del injerto a 5 años en nuestro medio se ha aproximado a los estándares mundiales gracias a los avances terapéuticos (Cano et al., 2001; Laboratorios Bagó, s. f.). No obstante, persisten brechas que atender: los adolescentes continúan representando un grupo vulnerable con riesgo elevado de pérdida del injerto en la transición a la vida adulta, principalmente por rechazos inmunológicos y problemas de adherencia (Bobanga et al., 2015; Laboratorios Bagó, s. f.). Abordar estas dificultades requiere no solo optimizar los protocolos médicos sino también intervenciones educativas y psicosociales para el paciente y su familia. En resumen, nuestros hallazgos enfatizan que la edad del receptor es un factor clínico relevante en el perfil de complicaciones tempranas postrasplante, e invitan a reforzar estrategias de monitoreo y manejo personalizado. Integrando la evidencia nacional e internacional disponible, sugerimos que un seguimiento diferenciado según el grupo etario –intensificando el apoyo y la vigilancia en preadolescentes y adolescentes– podría mejorar la detección precoz de complicaciones y, con ello, orientar un manejo postoperatorio más efectivo que redunde en mejores resultados a largo plazo para los niños trasplantados (Baghai Arassi et al., 2024).

Conclusiones

El análisis de los registros del sistema GRD de Chile para el período 2019–2023 permitió identificar las complicaciones inmediatas y a mediano plazo más frecuentes en pacientes pediátricos menores de 15 años sometidos a trasplante renal. Los diagnósticos más prevalentes en la primera hospitalización postrasplante correspondieron a hipertensión secundaria a trastornos renales, operación quirúrgica con trasplante de un órgano completo, infección de vías urinarias, falla y rechazo de trasplante de riñón, desnutrición proteicocalórica y otros trastornos de la función tubular renal alterada.

Respecto a las diferencias según características demográficas, el análisis multivariado mostró que el grupo etario de 10–12 años presentó un número significativamente mayor de diagnósticos pertenecientes al top 6 de diagnósticos en comparación con el grupo de 0–6 años, lo que sugiere un mayor riesgo de cursar con múltiples complicaciones en este rango de edad. No se evidenció una asociación estadísticamente significativa entre el número de diagnósticos y el sexo o la región de hospitalización, lo que indica que, en esta muestra, las complicaciones postrasplante pediátrico tendrían una distribución relativamente homogénea en estos factores.

En cuanto a la distribución geográfica, se confirmó la tendencia a la centralización de los procedimientos y su seguimiento clínico en la Región Metropolitana, lo que podría limitar el acceso oportuno a manejo especializado para pacientes de regiones más alejadas. Si bien se observaron variaciones anuales en el número de trasplantes y complicaciones reportadas, estas no mostraron un patrón uniforme a lo largo del período estudiado.

Un hallazgo relevante fue la baja capacidad explicativa del modelo multivariado (R^2 ajustado = 0,089), lo que indica que existen otros factores no incluidos en este análisis que probablemente influyen de manera importante en la aparición de complicaciones postrasplante.

En síntesis, los resultados de este estudio evidencian la necesidad de fortalecer las estrategias de seguimiento postoperatorio, especialmente en el grupo de 10–12 años, y de mejorar la disponibilidad y calidad de los registros clínicos a nivel nacional para permitir análisis más robustos. La implementación de intervenciones preventivas y protocolos de vigilancia ajustados a los perfiles de riesgo identificados podría contribuir a optimizar la sobrevida del injerto y del paciente, reducir la carga de complicaciones y, en última instancia, disminuir el impacto económico de la enfermedad renal crónica pediátrica sobre el sistema de salud.

Referencias

Aliaga, C. (2023, 26 de septiembre). *Más educación y sensibilización: Advierten la urgencia de aumentar el número de donantes en Chile*. Universidad de Chile. <https://uchile.cl/noticias/209442/mas-educacion-y-sensibilizacion-urge-aumentar-el-numero-de-donantes>

Baghai Arassi, M., Feißt, M., Krupka, K., Awan, A., Benetti, E., Duzova, A., Guzzo, I., Kim, J. J., König, S., Litwin, M., Oh, J., Bücher, A., Pape, L., Peruzzi, L., Shenoy, M., Testa, S., Weber, L. T., Zieg, J., Höcker, B., Fichtner, A., Tönshoff, B. (2024). *Age-related differences in rejection rates, infections and tacrolimus exposure in pediatric kidney transplant recipients – a benchmark study of the CERTAIN registry* [Preprint]. medRxiv. <https://doi.org/10.1101/2024.05.27.24307975>

Bobanga, I., Vogt, B., Woodside, K., Cote, D., Dell, K., Cunningham, R., Noon, K., Barksdale, E., Humphreville, V., Sanchez, E., & Schulak, J. (2015). Outcome differences between young children and adolescents undergoing kidney transplantation. *Journal of Pediatric Surgery*, 50, 996–999. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2015.03.021>

Browndridge, G., & Fielding, D. (1991). *Psychosocial adjustment to end-stage renal failure: Comparing haemodialysis, continuous ambulatory peritoneal dialysis, and transplantation*. *Pediatric Nephrology*, 5, 612–616.

Cano, F., Rosati, P., Pinto, V., Quiero, X., Lagos, E., Delucchi, A., Hevia, P., Salas, P., Rodríguez, E., Ramírez, K., & Lillo, A. M. (2001). Trasplante renal en pediatría, una década de experiencia multicéntrica. *Revista Chilena de Pediatría*, 72(6). <https://doi.org/10.4067/S0370-41062001000600004>

DPCE Center. (s. f.). *Causes of pediatric kidney disease*. Recuperado el 26 de junio de 2025 de: <https://www.dpcedcenter.org/what-is-kidney-disease/pediatric-kidney-disease/causes/>

Fine, R. N., & Tejani, A. (1987). *Renal transplantation in children*. *Nephron*, 47, 81.

Hospital Regional Dr. Leonardo Guzmán. (2018, 15 de noviembre). *El Estado gasta 180 mil millones de pesos en tratamientos de enfermos renales crónicos*. <https://www.hospitalantofagasta.gob.cl/2018/11/15/el-estado-gasta-180-mil-millones-de-pesos-en-tratamientos-de-enfermos-renales-cronicos/>

Laboratorios Bagó. (s. f.). *Evalúan la evolución del trasplante renal pediátrico en Chile en los últimos años*. Recuperado el 9 de agosto de 2025, de <https://www.bago.com.ar/vademecum/bibliografia/evaluan-la-evolucion-del-trasplante-renal-pediatrico-en-chile-en-los-ultimos-anos/>

Maiza, E. (2017). *RENOPREVEN®: Programa de prevención del daño renal avanzado por telemedicina* [Tesis de magister, Universidad de Chile]. Repositorio Académico de la Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/146059>

Ministerio de Salud de Chile, División de Prevención y Control de Enfermedades (DIPRECE). (2005). *Guía clínica: Insuficiencia renal crónica terminal*. https://diprece.minsal.cl/wrdprss_minsal/wp-content/uploads/2014/12/Insuficiencia-Renal-cronica-terminal.pdf

Morel, P., Almond, P. S., Matas, A. J., et al. (1991). *Long-term quality of life after kidney transplantation in childhood*. *Transplantation*, 52, 47–53.

Potter, D. E. (1994). Long-term outcome of kidney transplantation in children. En A. H. Tejani & R. N. Fine (Eds.), *Pediatric renal transplantation* (1. a ed., pp. 525–533). Wiley-Liss, Inc.

Potter, D. E., Najarian, J., Belzer, F., Holliday, M. A., Horns, G., & Salvatierra, O. (1991). *Long-term results of renal transplantation in children*. *Kidney International*, 40, 752–756.

Sociedad Chilena de Nefrología. (2016, 25 de abril). *La patología renal infantil en Semana del Riñón*. <https://www.nefro.cl/web/post.php?id=491>

Superintendencia de Salud. (s. f.). *Garantías Explícitas en Salud (GES)*. Recuperado el 31 de julio de 2025, de <https://www.superdesalud.gob.cl/tax-temas-de-orientacion/garantias-explicitas-en-salud-ges-1962/>

Vergheze, P. (2017). Pediatric kidney transplantation: A historical review. *Pediatric Research*, 81(1–2), 259–264. <https://doi.org/10.1038/pr.2016.207>